



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



32101 074861673



8852
.128

~~ANNEX-LIB.~~

Library of



Princeton University.

Presented by
Charles Milliston M. Alpin,
Class of '88.

Archiv für Protistenkunde

Begründet von

Dr. Fritz Schaudinn

herausgegeben von

Prof. Dr. M. Hartmann und **Prof. Dr. S. v. Prowazek †**
Berlin Hamburg

36. Band

Mit 87 Abbildungen im Text und 22 Tafeln



Jena

Verlag von Gustav Fischer

1916


~~~~~  
**Alle Rechte vorbehalten.**  
~~~~~

VERFOLGUNG
FRAUEN
UND KLEINER
KAPITAL

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 8. Oktober 1915.)

Nachruf:		Seite
S. v. PROWAZEK †		I
Abhandlungen:		
FRANÇA, CARLOS: Le Trypanosoma inopinatum. (Avec planche 1).		1
BĚLAŘ, K.: Protozoenstudien. I. (Mit Tafel 2—4 und 3 Textfiguren)		13
SONDHEIM, MARIA: Über Actinophrys oculata STEIN. (Mit Tafel 5 u. 6)		52
Kleinere Mitteilungen:		
KALTENBACH, R.: Die Conjugation von Ophrydium versatile. (Mit 8 Textfiguren)		67
PROWAZEK, S. v. †: Zur Morphologie und Biologie von Colpidium colpoda (Mit 14 Textfiguren)		72

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 8. Januar 1916.)

Abhandlungen:		
PASCHER, A.: Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Einleitung und I. Teil. (Mit Tafel 7—9 und 14 Textfiguren)		81
—: Über eine neue Amöbe — Dinamoeba (varians) — mit dinoflagellatenartigen Schwärmern. II. Teil. (Mit Tafel 10 und 4 Textfiguren)		117
TSCHENZOFF, BORIS: Die Kernteilung bei Euglena viridis EHRLG. (Mit Tafel 11 u. 12 und 2 Textfiguren)		137
BEHREND, KURT: Über die Wirkung des Glycerins auf Protisten und Pflanzenzellen		174
BRUG, S. L.: Die schwarzen Sporen („black spores“) bei der Malariainfektion im Mückenkörper. (Mit 6 Textfiguren)		188
SCHILLER, J.: Über neue Arten und Membranverkieselung bei Meringosphaera. (Mit 9 Textfiguren)		198
—: Die neue Gattung Heterodinium in der Adria. (Mit 4 Textfiguren)		209
KLITZKE, MAX †: Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernentwicklung bei den Ciliaten. (Mit 3 Textfiguren)		215
HARTMANN, MAX: Nachruf		236
Besprechungen:		
NIEBURG: Neuere Untersuchungen über die Cyanophyceen		237

(RECAP)
2032
124
Bd. 36
1915/16

JUL 21 1916 371132

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 6. März 1916.)

Abhandlungen

	Seite
BÉLAR, KARL: Protozoenstudien. II. (Mit Tafel 13—21 und 5 Textfiguren)	241
SCHILLER, J.: Eine neue kieselschalige Protophyten-Gattung aus der Adria. (Mit 5 Textfiguren)	308
TRINCI, GIULIO: Orcheocystis lacertae, nuovo Telosporidio (Aggregatorio?) parassita del testicolo di Lacerta: fasi schizogoniche; nuclei poli- energidi; duplicità cromatica nucleare. (Con la tav. 22)	311
KONSULOFF, St.: Untersuchungen über die Rotatorienparasiten. (Mit 9 Text- figuren)	353

Kleinere Mitteilungen:

LEVY, FRITZ: Über Copulationsvorgänge (?) bei Spirochaeta obermeieri. (Mit 1 Textfigur)	362
--	-----

Sammelreferat:

JOLLOS, V.: Neuere Untersuchungen über die Darmamöben des Menschen .	364
--	-----



Messerschmidt & Co. Leipzig

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Dr. J. v. Provazek

S. von Prowazek †.

Am 17. Februar starb Prof. S. VON PROWAZEK im Gefangenenerlager zu Kottbus an Fleckfieber. Ein Charakter und Forscher von eigenartiger Färbung ist mit ihm in Ausübung seines Berufes und zugleich als Opfer des Weltkrieges frühzeitig hinweggerafft worden. Das Archiv für Protistenkunde verlor in ihm seinen Mitherausgeber, unsere junge, so rasch zur Entwicklung gelangte Wissenschaft der Protistenkunde einen ihrer hervorragendsten Führer, die gesamte Biologie einen der vielseitigsten Forscher.

STANISLAUS PROWAZEK, EDLER VON LANOW wurde als Sohn des k. k. österreichischen Obersten JOSEPH PROWAZEK VON LANOW am 12. November 1875 zu Neuhaus geboren. Schon sehr frühzeitig während seiner Schulzeit erwachte der stille, in sich gekehrte Jüngling zu selbständigem Beobachten und Denken und entwickelte von seinem 17. Lebensjahre an eine eifrige schriftstellerische Tätigkeit, wovon unter einem Pseudonym erschienene zahlreiche Artikel naturwissenschaftlichen und philosophischen Inhalts in populären Zeitschriften, sowie ein in seinem 19. Lebensjahre erschienenenes philosophisches Werk Zeugnis ablegen. Nach Absolvierung des Staatsgymnasiums in Pilsen studierte er 4 Semester Naturwissenschaften und Philosophie an der deutschen Universität in Prag, wo er auch Demonstrator am zoologischen Institut wurde, dann 4 weitere Semester in Wien. Von Anfang an wandte er sein Hauptinteresse den biologischen Wissenschaften, speziell der Zoologie zu; seine außerordentliche Beobachtungsgabe, die in der Natur wie im menschlichen Leben alles Charakteristische sofort zu erfassen verstand, machte ihn in Verbindung mit seinem ausgeprägten Denken zum biologischen Naturforscher besonders geeignet.

Unter seinen Lehrern haben wohl vor allem der Zoologe HATSCHKE und der Physiker und Philosoph E. MACH einen nachhaltigen Einfluß auf ihn ausgeübt.

Schon als Student veröffentlichte PROWAZEK verschiedene kleinere wissenschaftliche Arbeiten. Die erste handelte über „Vitalfärbungen mit Neutralrot an Protozoen“ (4).¹⁾ Diese erste Mitteilung sowie die folgenden über die Bewegung der Amöben (5, 6, 7) sind bezeichnend für sein Streben, das seine ganze wissenschaftliche Lebensarbeit der Hauptsache nach kennzeichnet, nämlich durch Anwendung physikalischer und chemischer Methoden und Betrachtungsweisen zu einem tieferen physiologischen Verständnis der Zellbiologie zu gelangen, wobei in erster Linie selbständig lebende Zellen, einzellige Protisten als Untersuchungsobjekte gewählt wurden. Daß derartige Bestrebungen, die Ende der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts gegenüber den rein morphologischen in der Zoologie noch ganz zurückstanden, die Hauptaufgabe der künftigen Biologie sein mußten, hat PROWAZEK offenbar als junger Student mit klarem Blick erkannt und in seinen Studien neue Wege dazu eingeschlagen.

Seine erste größere Arbeit, Protozoenstudien I (20), mit der er in Wien 1899 promovierte, behandelte vorwiegend morphologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien bei Infusorien. Die durch MAUPAS und RICH. HERTWIG ermittelte Conjugation der Infusorien wurde hier bei *Bursaria*, einer abweichenden Form mit vielen Kleinkernen, genau verfolgt und dabei festgestellt, daß auch hier das Schema zutrifft; die vielen Kleinkerne machen zwar alle die 2. Reduktionsteilung durch, aber nur einer schreitet zur 3. Teilung in Wanderkern und stationären Kern, die gegenseitig verschmelzen. Aber auch in dieser Infusorienarbeit, sowie in zwei Fortsetzungen, die dieselbe in den nächsten Jahren fand (38 u. 76), begnügte sich PROWAZEK nicht mit rein morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Feststellungen, sondern suchte zugleich durch Versuche der Lösung der schon durch MAUPAS angeschnittenen bis heute noch nicht endgültig beantworteten Fragen nach den Ursachen und Wirkungen der Conjugation näherzukommen.

Am Anfang seiner wissenschaftlichen Betätigung, die sich in Wien im Zoologischen Institut von Prof. HATSCHKE, sowie in mehrmaligem Aufenthalte an der Zoologischen Station in Triest abspielte, veröffentlichte nun PROWAZEK in rascher Folge innerhalb von 2 bis 3 Jahren ungefähr 25 Arbeiten. Dieselben beziehen sich zwar vorwiegend auf Protozoen von zellphysiologischen Gesichtspunkten aus, doch werden auch celluläre Probleme entwicklungsgeschicht-

¹⁾ Diese Zahlen beziehen sich auf die Nummern der Veröffentlichungen in dem Verzeichnis der Arbeiten PROWAZEK's am Schlusse des Nachrufes.

licher wie physiologischer Art an Seeigelleiern, an Pigmentzellen, an den Spermien von Krebsen, sowie vor allem auch an pflanzlichen Protisten und Algen behandelt. Daneben wandte er auch noch sein Interesse ökologischen Fragen der Plankton- und Süßwasserbiologie zu, wovon seine Mitteilung über Potamoplankton der Moldau und Motava (21), sowie die gemeinsam mit den Botanikern BRUNNTHALER und WETTSTEIN (68) herausgegebenen Mitteilungen über das Plankton des Attersees Zeugnis ablegen. Gleichzeitig fand er noch Zeit, neben einer ausgedehnten literarischen Tätigkeit vorwiegend populärwissenschaftlichen Charakters (siehe Verzeichnis der Arbeiten) über „Bau und Entwicklung der Collembolen“, über „Entwicklung der Pteromalinen“, „Zur Nervenphysiologie der Insekten“ Untersuchungen anzustellen und neue Beobachtungen und Gedanken darüber mitzuteilen. Natürlich kann man nicht erwarten, daß es sich hierbei überall um eingehendere systematische Bearbeitungen handelt. Gehört doch allein schon ein außerordentlicher Fleiß dazu, um sich in diese verschiedenen Gebiete der Biologie auch nur einzuarbeiten. Um so mehr muß man erstaunen, wie es dem jungen Forscher durch seinen großen Fleiß, seine feine Beobachtungsgabe und seinen scharfen Verstand gelang, in so kurzer Zeit auf so vielen Gebieten neue Beobachtungen zu machen und bei den angeschnittenen Fragen neue Gesichtspunkte hineinzutragen.

Besonders hervorgehoben sei von den Untersuchungen dieser Epoche der Nachweis der Entstehung des Achsenfadens des Schwanzes der Krebspermien durch Teilung des Centriols (66 u. 82), eine Beobachtung, die in gewissem Sinne die späteren wichtigen Entdeckungen von SCHAUDINN und PROWAZEK über die Entstehung der Flagellatengeißel vorwegnahm. Von allgemeinerem Interesse sind auch seine Merotomie- und Transplantationsexperimente (70 u. 100) an Protozoen und Algen (*Bryopsis*), wobei es ihm bei einer vielkernigen Amöbe gelang, zerschnittene Protoplasten derselben wie verschiedener Individuen zur dauernden Verschmelzung zu bringen. Bei den höher organisierten Infusorien gelang nur ausnahmsweise eine meist nur zeitweilige Verschmelzung, deren Produkt zudem bald abstarb.

Im Jahre 1901 kam PROWAZEK an das Institut für experimentelle Therapie in Frankfurt a. M. zu PAUL EHRLICH, wo er sich hauptsächlich an den Krebsforschungen dieses hervorragenden medizinischen Biologen zu beteiligen hatte. Wenn auch das Suchen nach dem fragwürdigen Krebserreger für einen Biologen von der Art PROWAZEK's keine befriedigende Arbeit sein konnte, so brachte ihm doch sein Frankfurter Aufenthalt den großen Gewinn, daß er sich

mit den Fragen und Methoden der Immunitätsforschung bei der führenden Persönlichkeit EHRLICH's aufs gründlichste vertraut machen konnte. Doch blieben auch seine protistologischen Studien, die sich jetzt vorwiegend parasitären Formen zuwandten, keineswegs liegen. Gleichzeitig und unabhängig von CUÉNOT entdeckte er die Befruchtung der Gregarinen (78) und begann wohl angeregt durch die Krebsstudien seine Untersuchungen über das Myxomycet *Plasmodiophora brassicae*, den Erreger des Kohlkrebsses (79).

1902 kam er als Assistent an das Zoologische Institut München zu RICH. HERTWIG. Hier beteiligte er sich an den gleichfalls physiologisch orientierten Untersuchungen dieses hervorragenden Protozoen- und Zellforschers über die Fortpflanzung der Infusorien. In diese Zeit fallen auch seine schon früher begonnenen cytologischen Studien über Flagellaten (95, 96). Besonders die erste Flagellatenarbeit war von großer Bedeutung, da hier der erste erfolgreiche Versuch gemacht wurde, die cytologischen Befunde über Kernbau und Geißelinsertion, worüber die Arbeit wichtige neue Tatsachen enthüllte, auch für die systematische Gruppierung der Flagellaten nutzbar zu machen.

Entscheidend für das künftige äußere Leben PROWAZEK's wie für seine weitere wissenschaftliche Tätigkeit war die Bekanntschaft mit FRITZ SCHAUDINN an Pfingsten 1901 in Triest. Die beiden Forscher traten sich bald näher und SCHAUDINN, der damals in Rovigno seine bahnbrechenden Arbeiten begann, zog PROWAZEK im Frühjahr 1903 zu sich als Assistent nach Rovigno. Der Einfluß, den diese beiden ihrem ganzen Wesen und ihrer Veranlagung nach so verschiedenen Männer aufeinander ausübten, war ein überaus fruchtbarer und anregender; und die zwei knappen Jahre ihres Zusammenarbeitens an den gleichen Problemen, wenn auch meist an ganz verschiedenen Objekten, stempelte diese Zeit zu einer der erfolgreichsten der Protistenkunde. Mit unermüdlichem Fleiß, sich gegenseitig mit Ideen und Beobachtungen anregend, eilten sie von Entdeckung zu Entdeckung und die Ruhe und Schönheit der umgebenden Natur, die die Station zu Rovigno zu einer idealen Arbeitsstätte machte, sicherte dem Körper die Spannkraft, die dieses Übermaß geistigen Schaffens in so kurzer Zeit ermöglichte.

Die Arbeiten dieser Epoche stehen in ihrer Richtung und Methode vorwiegend unter dem Einflusse SCHAUDINN's, d. h. es handelt sich um entwicklungsgeschichtliche Protistenforschungen, wie sie SCHAUDINN mit so großem Erfolg betrieben hatte, die aber unter Mitwirkung PROWAZEK's noch mehr als früher mit biologischen und physiologischen Gesichtspunkten durchtränkt sind. Wenn auch die Arbeiten der

Rovigneser Zeit hauptsächlich den Stempel SCHAUDINN's tragen, so ist doch auch der wissenschaftliche Geist PROWAZEK's andererseits in SCHAUDINN's Arbeiten zu spüren und der kühne theoretische Flug, den SCHAUDINN gerade damals genommen, ist wohl zum Teil durch PROWAZEK ausgelöst.

Die erste größere Arbeit (105) behandelte die Entwicklungscyklen dreier parasitischer Flagellaten aus dem Eidechsendarm (*Bodo lacertae*, *Trichomastix lacertae* und *Trichomonas lacertae*) und brachte zugleich eine Erweiterung und Vertiefung seiner schon früher begonnenen Flagellatenstudien. Von großem allgemeinem Interesse war an dieser Arbeit vor allem der durch lückenlose Lebendbeobachtung einwandfrei festgestellte autogame Befruchtungsvorgang bei *Trichomastix lacertae*. Wenn auch einzelne entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge, wie die Zugehörigkeit der autogamen Befruchtungscysten zu *Bodo* und *Trichomonas* sich später als zweifelhaft erwiesen, so behalten diese Angaben doch bis heute ihre allgemeine Bedeutung als Feststellung extrem autogamer Befruchtungsvorgänge, gleichgültig ob sie zu diesen Flagellaten gehören oder zu einem unbekannten Pilz.

Nicht minder wichtig ist die Aufdeckung der Cytologie und Entwicklung von *Herpetomonas muscae-domesticae* (104), einem trypanosomenartigen Flagellat aus dem Darne der Stubenfliege und der Nachweis von Übertragungscysten bei diesen Verwandten der Blutflagellaten.

Seine Studien über Säugetiertrypanosomen (112) bedeuten schließlich zusammen mit der berühmten Trypanosomenarbeit SCHAUDINN's einen Wendepunkt in der Erforschung dieser für die menschliche wie tierische Pathologie wichtigen Flagellaten, indem PROWAZEK als Erster den Nachweis erbrachte, daß in dem Überträger — der Rattenlaus bei *Trypanosoma lewisi* — eine besondere Entwicklung stattfindet. Wohl ist die Streitfrage, ob diese Entwicklung eine geschlechtliche sei, wie PROWAZEK glaubte beweisen zu können, bis heute noch nicht gelöst. Aber die noch heute herrschende Unsicherheit bei diesen seitdem so eifrig untersuchten Formen zeigt so recht die großen Schwierigkeiten bei diesem Objekt und rückt die positiven Leistungen PROWAZEK's in ein um so helleres Licht.

In Rovigno wurde auch die schon oben erwähnte Arbeit über das Myxomycet *Plasmodiophora brassicae* beendet (113). Er hatte dabei eine pädogame Befruchtung, also eine Copulation zwischen Tochterzellen beschrieben, besonders auch die in zweifacher Weise sich vollziehende Kernteilung dargestellt, bei der deutlich Zentren sich finden.

Schließlich entstanden in Rovigno auch die ersten Arbeiten über Vaccine (118—120). Mit ihnen hatte PROWAZEK ein Gebiet in Angriff genommen, dem der größte Teil seiner späteren wissenschaftlichen Arbeit gewidmet war, das der sog. invisiblen oder richtiger filtrierbaren Krankheitserreger. Seine Arbeit auf diesem Gebiete soll später im Zusammenhange gewürdigt werden.

Im Sommer 1905 kam PROWAZEK zur Vertretung von SCHAUDINN, der seit 1904 als Regierungsrat am Kais. Gesundheitsamte in Berlin wirkte und nun an das Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten nach Hamburg beurlaubt war, nach Berlin. Die Entdeckung des Syphiliserregers durch SCHAUDINN hatte das Interesse auf die merkwürdige Microorganismengruppe der Spirochäten gelenkt und PROWAZEK beschäftigte sich daher zunächst mit Untersuchungen der Hühner- und Mundspirochäten (123, 133). Neben morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Studien zog er auch hier, teilweise in gemeinsamer Arbeit mit NEUFELD (130), die Erscheinungen der Immunität, sowie das Verhalten gegen Gifte (Saponin) in den Kreis seiner Forschung. Auch in seinen späteren Arbeiten (138, 160, 185) über diese Gruppe verharnte er auf Grund seiner vielseitigen Beschäftigung mit diesen Organismen in der Auffassung, daß es sich um tierische, von den Bakterien jedenfalls verschiedene Organismen handelt, eine Ansicht, die durch die später von anderer Seite verfochtenen Behauptungen bisher in keiner Weise widerlegt ist.

Im Sommer 1906 starb in der Blüte seiner Jahre FRITZ SCHAUDINN. PROWAZEK sollte sein Nachfolger in Hamburg werden. Doch nahm er zunächst im Auftrag des Kais. Gesundheitsamtes an der Syphilisexpedition von A. NEISSER nach Java teil. PROWAZEK war sich von vornherein bewußt, daß nach den Arbeiten von SCHAUDINN, sowie von ROUX und METSCHNIKOFF über die Ätiologie und Immunität der Syphilis nichts Wesentliches mehr zu erforschen war, und er benutzte daher seinen Aufenthalt in Java und Sumatra vorwiegend zu anderen Forschungen, speziell über Vaccine und Trachom. Die schönste Frucht dieser Reise war die gemeinsam mit HALBERSTÄDTER gemachte Entdeckung des Trachomerregers (107, über die später noch die Rede sein soll.

Ein sehnlicher Wunsch war PROWAZEK mit der Möglichkeit dieser Reise erfüllt, das Kennenlernen der Tropenwelt mit ihrem Reichtum an Tieren und Pflanzen, sowie der alten Kultur des Ostens und seiner interessanten Bewohner. Seine Briefe von dieser Reise, die er mit HALBERSTÄDTER noch zu einem Besuche Japans benutzte, sowie von seiner späteren Ostasienfahrt, zeugen in lite-

rarisch meisterlicher Form von der Freude und gehobenen Stimmung, die in ihm ausgelöst war.

Nach seiner Rückkehr von Ostasien übernahm er 1907 als Nachfolger SCHAUDINN's die Leitung der Zoologischen Abteilung am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Teils als Lehrer, teils in stiller Laboratoriumsarbeit wirkte er in dieser Stellung, unterstützt von einer Anzahl von Schülern und Mitarbeitern bis zu seinem Tode. Die Tätigkeit am Tropeninstitut wurde nur durch einige Forschungsreisen unterbrochen. Die erste Reise führte ihn 1908 nach Brasilien, wohin er zusammen mit GIEMSA an das Institut Oswaldo Cruz in Manguinhos bei Rio de Janeiro zu Lehr- und Forschungszwecken berufen worden war. Anlässlich einer dort herrschenden Pockenepidemie gelang es ihm in gemeinsamer Arbeit mit ARAGÃO, seine Vaccine- und Variolastudien wesentlich weiter zu führen (148, 154, 155). Seine Lehrtätigkeit begründete im tropischen Amerika mit eine neue erfolgreiche Pflanzstätte der Proctistenforschung im SCHAUDINN'schen Geiste.

Von Mitte 1910 bis Ende 1912 unternahm er mit dem Ophthalmologen LEBER mit Mitteln des Reichskolonialamtes und des Hamburgischen Staates eine ausgedehnte Forschungsreise nach Samoa, Sumatra und den Mariannen. Standen hier auch medizinische Forschungen (Trachom usw.) im Vordergrund, so fand er doch noch Zeit, auch protozoische Studien über Leucocytozoon, Trypanosomen, Amöben und Flagellaten anzustellen. Eine schöne Frucht verdankt die deutsche populärwissenschaftliche Literatur dieser Reise. Auf Grund seiner vielseitigen Kenntnisse und seines psychologischen Verständnisses für das Leben primitiver Völker, die er mehr wie die europäische überkultivierte Welt liebte, schilderte er in wissenschaftlich gründlicher und dabei literarisch vorzüglicher Darstellung die Geschichte, Fauna, Flora, Ethnographie usw. dieser Inseln (201).

Im Sommer 1913 führte ihn eine kürzere Reise zum Studium des Fleckfiebers mit HEGLER nach Serbien und 1914 weilte er zum gleichen Zwecke mit ROCHA LIMA in Konstantinopel.

Als im Dezember 1914 im Gefangenenerlager Kottbus eine große Fleckfieberepidemie ausbrach, wurde er vom Kriegsministerium mit wissenschaftlichen Untersuchungen über diese Seuche beauftragt. Anfang Februar erkrankte er selbst an Fleckfieber, das von vornherein einen schweren Verlauf nahm und dem er am 17. Februar erlag. Unter militärischen Ehren und mit Beteiligung der ge-

fangenen russischen Ärzte, deren Achtung und Sympathie er sich bald errungen hatte, wurde er in Kottbus bestattet.

Seit dem Hamburger Aufenthalt galten PROWAZEK's wissenschaftliche Forschungen vorwiegend der von ihm als Chlamydozoen bezeichneten Gruppe bisher unbekannter Krankheitserreger, wozu er die Erreger von Vaccine-Variola, Trachom, Taubenpocken, *Mollusum contagiosum* u. a. in kühner Zusammenfassung gewisser biologischer Eigentümlichkeiten und vielfach von ihm selbst gefundener cytologischer Befunde zählte (134). Das Virus all dieser Krankheiten passiert die gewöhnlichen Bakterienfilter, findet sich im kranken Organismus im Zellprotoplasma, speziell in Zellen ectodermaler Herkunft lokalisiert und ruft spezifische Reaktionsprodukte, Zelleinschlüsse hervor, die früher irrthümlicherweise als Parasiten betrachtet wurden, eine Ansicht, die zum Teil gerade durch die Beobachtungen und Experimente PROWAZEK's als endgültige widerlegt gelten kann. PROWAZEK hat nun zuerst bei Vaccine (118—120, 1905) in den Reaktionsprodukten kleinere an der Grenze der Sichtbarkeit stehende Körperchen gefunden, die eventuell die Erreger darstellen, zunächst aber nicht mit Sicherheit von Degenerationselementen der Zelle zu unterscheiden sind. Beim Trachom gelang es PROWAZEK und HALBERSTÄDTER (128) bei Übertragungsversuchen auf Affen in der Affenconjunctiva eine Entwicklung der Reaktionsprodukte, sowie der darin vorkommenden sog. Initial- und Elementarkörperchen festzustellen, wodurch die Erregernatur der letzteren in hohem Maße wahrscheinlich gemacht worden ist. Die zuerst auftretenden, sich durch Teilung vermehrenden Initial- und Elementarkörperchen lösen die Abscheidung einer Art Hülle (Chlamys) als Reaktion in der Zelle aus, weshalb PROWAZEK diese Erreger Chlamydozoen nannte. Trotz der Einwände, die man gegen die ätiologische Bedeutung dieser Körperchen machen kann, muß doch betont werden, daß wenigstens beim Trachom „keine einzige Beobachtung vorläufig mit Sicherheit gegen die belebte und parasitäre Natur der Gebilde zu verwerten ist, daß dagegen sehr viele Momente für eine solche Annahme sprechen“.

Auch die geistreichen Versuche, das Virus durch Ultrafilter anzureichern und zu isolieren, die PROWAZEK mit ARAGÃO in Rio ausführte (154 usw.), konnten die Erregernatur der PROWAZEK'schen Elementarkörperchen bei Variola leider nicht, wie es anfangs schien, einwandfrei dartun, da eine sichere Unterscheidung von colloidalen Granulen zurzeit noch nicht möglich ist. Dagegen konnten PROWAZEK und HALBERSTÄDTER (162, 167) die gegen die Spezifität ihrer Befunde beim Trachom (der Reaktionsprodukte wie der Elementarkörperchen)

durch Auffinden ähnlicher Körper bei blennorrhöischen Kindern erhobenen Einwände sofort durch gründliche Nachuntersuchung dahin sicherstellen, daß sie nachwiesen, daß eine besondere Kinderblennorrhöe auf ähnlicher ätiologischer Basis wie das Trachom vorkommt. Von großer Wichtigkeit und dauerndem Wert sind schließlich die vielen von PROWAZEK teils allein, teils zusammen mit verschiedenen Mitarbeitern angestellten Versuche (siehe Verzeichnis der Arbeiten) über die Immunität und sonstige biologische Verhältnisse der verschiedenen Vira der Chlamydozoonkrankheiten. Seine Chlamydozoonstudien haben ihn schließlich auch zu seinen Forschungen über Fleckfieber geführt, die ebenfalls wichtige neue biologische und cytologische Ergebnisse gezeitigt haben, die erst teilweise veröffentlicht sind.

Wenn so auch auf diesem schwierigen und bisher so dunklen Gebiete der sog. invisiblen Vira eine endgültige Klärung der Ätiologie auch durch die vielen Bemühungen PROWAZEK'S noch nicht erzielt ist, so hat er doch neue, äußerst erfolgreiche Wege zur Erforschung dieser Krankheitsgruppe angebahnt und unsere Kenntnisse über dieselbe ganz bedeutend vermehrt.

Den eben geschilderten grundlegenden und systematisch durchgeführten Chlamydozoonstudien gegenüber treten die eigentlich protozoologisch-entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten ganz in den Hintergrund. Immerhin wird auch auf diesem Gebiete jede Gelegenheit zur Bereicherung unserer Kenntnisse benützt. Diese Arbeiten tragen jetzt allerdings vielfach den Charakter von Gelegenheitsarbeiten, es sind nicht mehr, wie die der vorhergehenden Rovigneser Zeit, bahnbrechende, systematisch durchgeführte Monographien. Der rege, immer Neuland der Forschung aufsuchende Geist PROWAZEK'S war überhaupt dem einseitigen Nachgehen einzelner Fragen bis in ihre letzten Konsequenzen nicht sehr zugeneigt.

Untersuchungen über Hämogregarinen (132, 147), über Darmflagellaten des Menschen (144, 180, 202), über parasitische Amöben (178, 182, 186), über Trypanosomen und Leucocytozoon (156, 183, 189), sowie über *Balantidium* und seine pathogene Bedeutung (196) sind wohl die wichtigsten entwicklungsgeschichtlich orientierten Arbeiten über parasitische und pathogene Protozoen. Von freilebenden Protozoen waren es vor allem Infusorien, die er immer wieder neben zellphysiologischen Versuchen auch zu cytologisch und entwicklungsgeschichtlichen Studien heranzog. Neben kleineren, gelegentlichen Beobachtungen über *Lionotus*, *Glaucoma* usw. hat er

in den letzten Jahren, wenn auch mit vielen Unterbrechungen, sich eingehend mit *Colpidium* beschäftigt, wovon die in diesem Heft wiedergegebene vorläufige Mitteilung und eine große Anzahl fertiger Zeichnungen aus seinem Nachlaß Zeugnis ablegen.

Weit bedeutungsvoller als die entwicklungsgeschichtlichen sind seine zellphysiologischen Studien an Protozoenzellen, die allerdings bisher meist nicht die gebührende Berücksichtigung und Anerkennung gefunden haben, was teils der aphoristischen Art ihrer Wiedergabe, teils dem dunklen noch wenig erschlossenen Arbeitsgebiete selbst zuzuschreiben ist. Diese experimentellen Untersuchungen sind vorwiegend von Gesichtspunkten der Physik und Chemie der Kolloide aus unternommen, ein Gebiet, das PROWAZEK wie wenige Biologen beherrschte. Die Resultate dieser schwierigen, aber so wertvollen Bemühungen lassen sich bei dem jetzigen Stande dieses Gebietes noch kaum systematisch darstellen, es sind meist nur isoliert stehende Tatsachen, einzelne in Neuland hineingetriebene Stollen, die jedoch für verschiedene große Probleme der Zellbiologie eine erhebliche Bedeutung erlangen können.

Besonders erwähnt sei der Nachweis, daß bei Trypanosomen unter der Einwirkung von Spuren von Säuren Hauptkern-lose Formen entstehen, indem sich nur der Geißelkern teilt und eine neue Geißel bildet. Eine schlanke Form, nur mit Geißel und Geißelkern ausgestattet, spaltet sich hierauf ab (140). Ferner seien die vielfachen interessanten Versuche über die Einwirkung verschiedener chemischer Substanzen auf die Protozoenzelle, speziell über umkehrbare Verfestigung und Verflüssigung der formbestimmenden Oberfläche der Infusorienzelle bei solcher Einwirkung hervorgehoben, die zum Teil mit GIEMSA ausgeführt wurden (142, 145, 149, 151, 165, 171, 197). Überhaupt hat sich PROWAZEK in den letzten Jahren sehr viel mit dem Formproblem beschäftigt. Er suchte es nicht nur experimentell, hauptsächlich unter Anwendung colloidchemischer Gesichtspunkte, sondern auch naturphilosophisch zu erfassen durch Aufstellung eines zum Teil teleologischen „Morphe“-Prinzips, wie er dies besonders in seinem zusammenfassenden Werk: „Einführung in die Physiologie der Einzelligen“ (172) ausgeführt hat. In diesem Buche hat PROWAZEK eine Fülle neuer Beobachtungen und Ideen speziell in den Kapiteln: Bewegung, Vermehrung, Immunität, Chemismus der Umgebung und die Protozoenzelle niedergelegt. Das Werk ist allerdings keineswegs ein zur „Einführung“ geeignetes Lehrbuch (abgesehen von einigen zwar kurzen aber vorzüglichen Kapiteln, wie die über Protoplasma, Fortpflanzung usw.), sondern

der knappe Niederschlag der teilweise hier zum ersten Male mitgeteilten zellbiologischen Ansichten des Verfassers.

Neben den obenerwähnten theoretischen Fragen des Gestaltproblems hat PROWAZEK in verschiedenen Arbeiten (131), speziell auch in seiner „Physiologie der Einzelligen“, die SCHAUDINN'sche Sexualitätshypothese weiter ausgebaut, gemeinsam mit HARTMANN (127) die allgemeine Cytologie der Protozoenzelle (Doppelkernigkeit, lokomotorischer Kern, Centrosom, Geißelbildung), auf den Anschauungen und Entdeckungen SCHAUDINN's fußend, weiter entwickelt und klargestellt und zur Frage der Physiologie der Fortpflanzung in seinem Buche neue befruchtende Ideen gebracht. Er nimmt an, auf Beobachtungen und Theorien des Kernbaues sich stützend, daß die Teilung auf besondere „Funktionsträger“ (Zentren) zurückzuführen sei, die so gut wie immer geteilt wären; die Zelle sei mithin a priori für Teilungsvorgänge ausgerüstet und werde nur durch ihr Assimilationsgetriebe so lange niedergehalten, bis das Funktionswachstum dieser „zweiten Funktionsträger“ der Assimilation nachläßt.

Von selbständigen Werken hat PROWAZEK außer der Physiologie der Einzelligen noch eine „Technik der Protistenuntersuchungen“ geschrieben, sowie das große noch unvollendete Handbuch der pathogenen Protozoen herausgegeben, für das er selbst eine Reihe von Beiträgen, die teilweise jetzt nur als Manuskript vorliegen, geliefert hat.

Als Mitherausgeber des Archivs für Protistenkunde hat er auch dieses Erbe SCHAUDINN's in dessen Geist und Sinne weitergeführt.

Wenn man das gesamte wissenschaftliche Werk PROWAZEK's überblickt, so überrascht die außerordentliche Vielseitigkeit. PROWAZEK war nicht nur auf den verschiedensten Gebieten der Zoologie (dank seiner gründlichen physikalischen und chemischen Kenntnisse besonders auch den physiologischen Fächern) bewandert und erfolgreich als Forscher tätig, sondern hat auch nicht minder in verschiedenen Zweigen der medizinischen Biologie als Pathologe, Immunitätsforscher und Hygieniker Hervorragendes geleistet und sich dadurch um die praktische Medizin große Verdienste erworben. All seine vielseitigen Kenntnisse und Bestrebungen waren aber in einem zusammengehalten, indem er sie fast ausschließlich auf die Erforschung der Microbiologie, der Biologie der Einzelligen richtete, die er wie SCHAUDINN mit für die günstigsten und interessantesten Objekte zur Lösung allgemein biologischer Probleme hielt. Wenn er so durch die Wahl seiner Untersuchungsobjekte vorwiegend als ein Führer der zoologischen und medizinischen Protistenforschung bekannt wurde, so war er doch in erster Linie selbst in den

speziellen Arbeiten allgemeiner Biologe, ja ein Biologe, der die philosophischen Grundlagen der Biologie stets beachtete und unsere biologischen Erkenntnisse auch philosophisch zu vertiefen strebte. Sein Hang zu philosophischer Betrachtung kommt oft selbst in ganz speziellen Arbeiten in einem kurzen, eingeschobenen Satze überraschend zum Ausdruck, wie gelegentlich in Bemerkungen gegen sog. exakte „Nurbeobachter“ mit ihrem kurzen materialistischen Denken. Auch hat er sich, wie im Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn, so auch in den letzten Jahren mit naturphilosophischen Fragen (Zeit und Entwicklung) in selbständigen Artikeln auseinandergesetzt.

PROWAZEK war auch eine hervorragend literarisch begabte Natur, er schrieb leicht und gern. Für die Darstellung seiner wissenschaftlich zoologischen Forschungsergebnisse war seine künstlerisch schriftstellerische Begabung, die sich bei aller Kürze durch einen großen Farbenreichtum und ein vielseitiges Inbeziehungtreten mit den mannigfaltigsten Wissensgebieten auszeichnete, zuweilen eine Gefahr. Zumal für Anfänger ist das Studium seiner Schriften nicht leicht; er gab den Werdegang seiner Untersuchungen nicht immer lückenlos und vielfach nicht erschöpfend wieder und begnügte sich vor allem bei der infolge seines ausgedehnten Wissens so vielseitigen Bezugnahme auf andere Ergebnisse oft mit kurzen aphoristischen Andeutungen. Das gilt besonders auch für die Darstellung neuer theoretischer Anschauungen, die meist nur ganz kurz, fast andeutungsweise mitgeteilt und begründet wurden. In dieser Beziehung war er wohl gerade wegen seiner Vielseitigkeit mehr ein großer Anreger als ein systematischer Theoretiker. Vollkommen irrig ist es aber, wenn ihn manche ob seiner Darstellung und der Art seiner so vielfach eingeflochtenen theoretischen Reflexionen für einen nicht sehr tiefgründigen und exakten oder „phantasievollen“ Forscher hielten. Seine Beobachtungen und Versuche können im Gegenteil direkt als Muster von Genauigkeit gelten, und wenn man seine Hypothesen richtig versteht und als das nimmt, was sie sein sollen, dann müssen wir für diese „Phantasien“ höchst dankbar sein. Richtig verstanden bietet das Lesen gerade dieser Art Arbeiten einen hohen Genuß und reiche Anregung.

Was PROWAZEK als Mensch gewesen ist, das wissen seine zahlreichen Freunde zu schätzen, denen es vergönnt war, einen tieferen Blick in diese reiche, vornehme und dabei so bescheidene Seele zu werfen.

Max Hartmann.

Verzeichnis der wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Arbeiten S. v. Prowazek's:

- 1) PROWAZEK, S. v.: Beziehung des Chlorophylls zur Assimilation und Atmung. Gaea 1896.
- 2) —: Anlage des Flechtenherbars. Natur u. Haus 1895/93.
- 3) —: Zufall oder Gesetz. Natur 1897.
- 4) —: Vitalfärbungen mit Neutralrot an Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 63 1897.
- 5) —: Erklärung der plasmatischen Bewegung. Biol. Centralbl. 1897.
- 6) —: Theoretische Betrachtung über die primitive Ortsbewegung. Biol. Central-
- 7) —: Das Geschlecht. Natur 1897.
blatt 1897.
- 8) —: Die Pflanze in der Kunst. Natur 1897.
- 9) —: Amöbenstudien. Biol. Centralbl. 1898.
- 10) —: Bewegung der Amöben. Biol. Centralbl. 1898.
- 11) —: Arbeit. Akademie. Telamon 1898/99.
- 12) —: Maschinen. Akademie. Telamon 1898/99.
- 13) —: Entstehung der Zweckmäßigkeit. Akademie. Telamon 1898/99.
- 14) —: Zweckmäßigkeit oder Gesetz. Natur 1898/99.
- 15) —: Organische Vorgänge. Natur 1898/99.
- 16) —: Naturauffassung. Natur 1898/99.
- 17) —: Entstehung der Farbenwelt. Natur 1898/99.
- 18) —: Positive Philosophie. Natur 1898.
- 19) —: Wie sehen wir? Natur 1898.
- 20) —: Protozoenstudien I. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1899.
- 21) —: Potamoplankton der Moldau und Wotawa. Zool.-botan. Gesellsch. 1899.
- 22) —: Mitteilungen über Protozoen. Zool. Anz. 1899.
- 23) —: Zur Entwicklung des Wurmes *Dinophilus apatris*. Naturw. Wochenschr. 1899/1900.
- 24) —: Organische Vorgänge. Welt (Zeitschr. in Wien) 1899/1900.
- 25) —: Aquarienbeobachtungen. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfreunde 1899/1900.
- 26) —: Auge der Pleuronectiden. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfreunde 1899/1900.
- 27) —: Parasiten der Zisternen. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfreunde 1899/1900.
- 28) —: Verdauung der Einzelligen. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfreunde 1899/1900.
- 29) —: Das Genie und das Tier. Natur 1899/1900.
- 30) —: Zur Entwicklungsgeschichte der Seele der Tiere. Natur 1899/1900.
- 31) —: Was der Waldboden erzählt. Natur 1899/1900.
- 32) —: Kleine Naturbeobachtungen. Natur 1899/1900.

- 33) PROWAZEK, S. v.: Zur Naturgeschichte des Todes. Natur 1899/1900.
- 34) —: Raumauffassung und die Organismenwelt. Natur 1899/1900.
- 35) —: Rheotropismus der Tiere. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfrenunde 1899/1900.
- 36) —: Färbung der Bakterien. Zeitschr. f. angew. Mikrobiologie 1900.
- 37) —: Versuche mit Seeigelleiern. Zool. Anz. 1900.
- 38) —: Protozoenstudien II. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1900.
- 39) —: Zur Psychologie der Einzelligen. Naturw. Wochenschr. 1900.
- 40) —: Synedra ulna eine apochlorotische Bazillarie. Österr. bot. Zeitschr. 1900.
- 41) —: Die Lebensbedingungen der Kleintierwelt. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfrenunde 1900.
- 42) —: Cystenbildung bei den Protozoen. Zeitschr. f. angew. Mikroskopie 1900.
- 43) —: Beobachtungen am Seewasseraquarium. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfrenunde 1900.
- 44) —: Acineten. Naturw. Wochenschr. 1900.
- 45) —: Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. 1900.
- 46) —: Protozoen des Wiener Wasserleitungswassers. Naturw. Wochenschr. 1900.
- 47) —: Teilung bei den Infusorien. Naturw. Wochenschr. 1900.
- 48) —: Bau und Entwicklung der Collembolen. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1900.
- 49) —: Zur Nervenphysiologie der Insekten. Zool. Garten 1900.
- 50) —: Beitrag zur Pigmentfrage. Zool. Anz. 1900.
- 51) —: Entwicklung der Pteromalinen. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie.
- 52) —: Philosophie der Evolution. Wiener Rundschau 1900.
- 53) —: Das Alte und das Neue in uns. Natur 1900.
- 54) —: Biologische Beobachtungen. Natur 1900.
- 55) —: Ameisenstudien. Natur 1900.
- 56) —: Ameisenstudien. Zoolog. Garten 1900.
- 57) —: Struktur der organischen Substanz. Natur 1900.
- 58) —: Entwicklung der Seeigel. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfrenunde 1900.
- 59) —: Der Solipsismus. Metaphysische Rundschau 1900.
- 60) —: Drehung der Staubgefäße. Natur 1901.
- 61) —: Notiz über die Utrikulariablase. Verh. zool. botan. Gesellsch. 1901.
- 62) —: Organotherapie. Natur 1901.
- 63) —: Notiz über Infusorien. Zool. Anz. 1901.
- 64) —: Die Salamanderlarve. Bl. f. Aquarien- u. Terrarienfrenunde 1901.
- 65) —: Kernteilung und Vermehrung der Polytoma. Österr. botan. Zeitschr. 1901.
- 66) —: Beiträge zur Protoplasmaphysiologie. Biol. Zentralbl. 1901.
- 67) —: Spermatologische Studien. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1901.
- 68) —: Notizen über Protozoen. Zool. Anz. 1901.
- 69) BRUNNTHALER, J., PROWAZEK, S. v. u. WETTSTEIN, R. v.: Vorläufige Mitteilung über das Plankton des Attersees. Österr. botan. Zeitschr. 1901.
- 70) PROWAZEK, S. v.: Zur positiven Naturanschauung. Halle 1901.
- 71) —: Transplantations- und Protoplasmastudien an Bryopsis plumosa. Biol. Centralbl. 1901.
- 72) —: Zur Regeneration des Schwanzes der urodelen Amphibien. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1901.
- 73) —: Betrachtungen über Entwicklung. Natur 1901.
- 74) —: Lerchenlaus. Natur 1901.
- 75) —: Das Gedächtnis. Natur 1901.

- 76) PROWAZEK, S. v.: Die Befruchtungslehre. Natur 1901.
- 77) —: Protozoenstudien. III. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien 1902.
- 78) —: Studien zur Biologie der Zelle. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1902.
- 79) —: Zur Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. 1902.
- 80) —: Zur Kernteilung der Plasmodiophora Brassicae Woron. Österr. botan. Zeitschr. 1902.
- 81) —: Röntgenuntersuchungen. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1902.
- 82) —: Cephalopodenpigmentzellen. Zeitschr. f. angew. Mikroskopie 1902.
- 83) —: Notiz über Trichomonas hominis. Arch. f. Protistenk. 1902.
- 84) —: Protozoenbericht für das Jahr 1889. Arch. f. Naturgesch. 1902.
- 85) —: Ein Beitrag zur Krebspermatogenese. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1902.
- 86) —: Vierergruppenbildung bei der Spermatogenese. Zool. Anz. 1902.
- 87) —: Zelltätigkeit und Vitalfärbung. Zool. Anz. 1902.
- 88) —: Vitalfärbungen an Insekten. Zeitschr. f. Entomol. 1902.
- 89) —: Zellerkrankungen. Naturw. Wochenschr. 1902.
- 90) —: Fibrilläre Zellstrukturen. Naturw. Wochenschr. 1902.
- 91) —: Variationsstatistik. Natur 1902.
- 92) —: Zygomorphe Blüten. Natur 1902.
- 93) —: Notiz „Polytoma“. 1902.
- 94) —: Referat über FEINBERG. Wiener klin. Zeitschr. 1903.
- 95) —: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. 1903.
- 96) —: Die Kernteilung von Entosiphon. Arch. f. Protistenk. 1903.
- 97) —: Erwiderung auf den Artikel „Über die Erreger der Krebsgeschwülste“ von FEINBERG. Wiener klin. Wochenschr. 1903.
- 98) PROWAZEK, S. v. u. DOFLEIN: Die pathogenen Protozoen. in: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 1903.
- 99) PROWAZEK, S. v.: Zur Biologie der Diffugia. Naturw. Wochenschr. 1903.
- 100) —: Beitrag zur Kenntnis der Regeneration und Biologie der Protozoen. Arch. f. Protistenk. 1904.
- 101) —: Protoplasmaströmung. Zeitschr. f. angew. Mikroskopie 1904.
- 102) —: Degenerative Hyperregeneration der Protozoen. Arch. f. Protistenk. 1904.
- 103) —: Der Encystierungsvorgang bei Dileptus. Arch. f. Protistenk. 1904.
- 104) —: Die Entwicklung von Herpetomonas. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1904.
- 105) —: Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1904.
- 106) —: Entamoeba buccalis n. sp. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1904.
- 107) —: Kernveränderungen in Myxomycetenplasmodien. Österr. botan. Zeitschr. 1904.
- 108) —: Der neue Kurs (Philosophie). Das lit. deutsche Österreich 1904.
- 109) —: Variaform von Centaurea. Naturw. Wochenschr. 1904.
- 110) —: Referat über SCHNEIDER. Wiener klin. Rundschau 1904 Nr. 25.
- 111) —: Kernteilung und Epithelbildung. Naturw. Wochenschr. 1904.
- 112) —: Studien über Säugetiertrypanosomen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1905.
- 113) —: Über den Erreger der Kohlhernie usw. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1905.
- 114) —: Zelleben und Osmose. Wiener klin. Wochenschr. 1905.
- 115) —: Insektenbeobachtungen. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie.
- 116) —: Zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge in der Kaninchenkornea. Zool. Anz. 1905.
- 117) —: Über das Wesen der Befruchtung. Wiener klin. Rundschau 1905.

- 118) PROWAZEK, S. v.: Untersuchungen über die Vaccine I. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1905.
- 119) —: Untersuchungen über die Vaccine II. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1905.
- 120) —: Untersuchungen über das Wesen des Vaccineerregers. Deutsche med. Wochenschr. 1905.
- 121) —: Zur Fermenttheorie. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie 1905.
- 122) —: Doppelkernigkeit der Zellen. Naturw. Wochenschr. 1905.
- 123) —: Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Hühnerspirochäten. Anhang von: KEYSSELTZ, G., Beschreibung von *Spirochaeta anodontae* nov. spec. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt 1906.
- 124) —: FRITZ SCHAUDINN †. Wiener klin. Wochenschr. 1906.
- 125) —: Die Vererbung und ihre materiellen Träger. Wiener klin. Rundschau 1906.
- 126) —: Technik der Spirochätenuntersuchung. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 1906 S. 1.
- 127) HARTMANN, M. u. PROWAZEK, S. v.: Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907 S. 306.
- 128) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK, S. v.: Zur Ätiologie des Trachoms. Deutsche med. Wochenschr. 1907 Nr. 2.
- 129) PROWAZEK, S. v.: Ein Beitrag zur Genese des Pigments. Zool. Anz. 1907 Nr. 25.
- 130) NEUFELD, F. u. PROWAZEK, S. v.: Über die Immunitätserscheinungen bei der Spirochätenseptikämie der Hühner und über die Frage der Zugehörigkeit der Spirochäten zu den Protozoen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 25 1907 Heft 2.
- 131) PROWAZEK, S. v.: Die Sexualität bei den Protisten. Arch. f. Protistenk. Bd. 9 1907 S. 22.
- 132) —: Untersuchungen über Hämogregarinen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 26 1907 Heft 1.
- 133) —: Vergleichende Spirochaeta-Untersuchungen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 26 1907 Heft 1.
- 134) —: Chlamydozoa. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 1907 S. 336.
- 135) —: Zur Regeneration der Algen. Biol. Centralbl. Bd. 27 1907 Nr. 23.
- 136) —: Bemerkungen zu dem Aufsatz „Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten“ von AWERINZEW (Zool. Anz. Bd. 31 Nr. 25). Zool. Anz. Bd. 32 1907 Nr. 12/13.
- 137) —: Zur Ätiologie der Hühnerpest. Münch. med. Wochenschr. 1908 Nr. 4.
- 138) —: Bemerkungen zur Spirochäten- und Vaccinefrage. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 46 1908 Heft 3.
- 139) —: Bemerkungen zur Kenntnis der pathogenen Microorganismen „Chlamydozoa“. Münch. med. Wochenschr. 1908 Nr. 19.
- 140) —: Einfluß von Säurelösungen niedrigster Konzentration auf die Zell- und Kernteilung. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organism. Bd. 25 1908 Heft 4.
- 141) —: Bemerkungen zu dem Geschlechtsproblem bei den Protozoen. Zool. Anz. Bd. 22 1908 Nr. 26.
- 142) —: Das Lecithin und seine biologische Bedeutung. Biol. Centralbl. Bd. 28 1908 Heft 11/12.
- 143) GIEMSA, G. u. PROWAZEK, S. v.: Weitere Untersuchungen über sog. ultra-mikroskopische Infektionserreger. Zur Filtration des Hühnerpestvirus. Münch. med. Wochenschr. 1908 Nr. 29.

- 144) BOHNE u. PROWAZEK, S. v.: Zur Frage der Flagellatendysenterie. Arch. f. Protistenk. Bd. 12 1908.
- 145) GIEMSA, G. u. PROWAZEK, S. v.: Wirkung des Chinins auf die Protistenzelle. Beiheft 5 S. 88 zum Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. 1908.
- 146) PROWAZEK, S. v.: Zur Lebensgeschichte der Glaukoma. Zool. Anz. 1908 Nr. 9.
- 147) —: Über Haemogregarinen aus *Porocephalus moniliformis*. Zool. Anz. Bd. 33 1908 S. 465.
- 148) PROWAZEK, S. v. u. BEAUREPAIRE, H. DE: Untersuchungen über die Variola. Münch. med. Wochenschr. 1908 Nr. 44.
- 149) PROWAZEK, S. v.: Studien zur Biologie der Zellen I. Biol. Centralbl. Bd. 28 1908 Nr. 24.
- 150) —: Cysten von *Bodo lacertae*. Biol. Centralbl. Bd. 29 1909, S. 27.
- 151) —: Studien zur Biologie der Zellen II. Biol. Centralbl. Bd. 29 1909 Nr. 9.
- 152) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK: Zu dem Aufsatz „Über meine Trachomkörperchen“ von Prof. GREEFF im Beilageheft zum 47. Jahrgang dieser Zeitschrift. Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. 1909 S. 646.
- 153) — —: Zu dem Aufsatz „Die Erreger des Trachoms“ von Prof. GREEFF in Nr. 12 dieser Wochenschrift. Deutsche med. Wochenschr. 1909 Nr. 17.
- 154) PROWAZEK, S. v. u. BEAUREPAIRE, H. DE: Weitere Untersuchungen über Chlamydozoen. Münch. med. Wochenschr. 1903 Nr. 13.
- 155) — —: Estudos sobre a variola. Variola-Untersuchungen. Memorias Inst. Osw. Cruz Bd. 1 Heft 2 1909.
- 156) PROWAZEK, S. v.: Kritische Bemerkungen zum Trypanosomenproblem. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 13 1909 S. 30.
- 157) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK, S. v.: Zur Ätiologie des Trachoms. Berl. klin. Wochenschr. 1909 Nr. 24.
- 158) PROWAZEK, S. v.: Bemerkungen zu einer Theorie der Cytomorphe. Zool. Anz. Bd. 34 1909 Nr. 24/25.
- 159) —: Conjugation von *Lionotus*. Zool. Anz. Bd. 34 1909 Nr. 20/21.
- 160) —: Contribuição para o estudo de Dezenvolvimento do „*Spirochaeta gallinarum*“. — Zur Entwicklung von „*Spirochaeta gallinarum*“. Mem. Inst. Osw. Cruz Vol. 1 fasc. 2 1909.
- 161) —: Duplicidade morfolojica nos infuzorios ciliados. Formdimorphismus bei ciliaten Infusorien. Mem. Inst. Osw. Cruz Vol. 1 fasc. 2 1909.
- 162) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK, S. v.: Über Chlamydozoenbefunde bei Blennorrhoea neonatorum non gonorrhoea. Berl. klin. Wochenschr. 1909 Nr. 41.
- 163) PROWAZEK, S. v. u. YAMAMOTO, J.: Experimentelle und morphologische Studien über das Vaccinevirus. Münch. med. Wochenschr. 1909 Nr. 41 u. 51.
- 164) PROWAZEK, S. v.: Taschenbuch der mikroskopischen Technik der Protistenuntersuchung. 1907 u. 1909.
- 165) —: Giftwirkung und Protozoenplasma. Arch. f. Protistenk. Bd. 18 1910 S. 221.
- 166) —: Die Chlamydozoen als intracelluläre „symbiotische“ Krankheitserreger. Ergebn. d. wiss. Med. Jahrg. 1 1910 Heft 4.
- 167) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK, S. v.: Über die Bedeutung der Chlamydozoen bei Trachom und Blennorrhoe. Berl. klin. Wochenschr. 1910 Nr. 15.
- 168) PROWAZEK, S. v.: Parasitische Protozoen aus Japan, gesammelt von Herrn Dr. MINE in Fukuoka. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 14 1910 S. 297.
- 169) —: Beitrag zur Kenntnis der Protozoenfauna Brasiliens. Mem. Inst. Osw. Cruz Bd. 2 1910 Heft 2.

- 170) PROWAZEK: Weitere Untersuchungen über das Vaccinevirus. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 56 1910 Heft 1.
- 171) —: Studien zur Biologie der Protozoen V. Arch. f. Protistenk. Bd. 20 1910 S. 201.
- 172) —: Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). 1910.
- 173) LEBER, A. u. PROWAZEK, S. v.: Über eine neue infektiöse Bindehauterkrankung (Epitheliosis desquamativa conjunctivae). Berl. klin. Wochenschr. 1911 Nr. 5.
- 174) HALBERSTAEDTER u. PROWAZEK, S. v.: Pathologie und Artbildung. Biol. Centralbl. Bd. 31 1911 S. 475.
- 175) — —: Experimentelle Untersuchungen über die Vaccine der Affen. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt Bd. 37 1911.
- 176) PROWAZEK, S. v.: Zur Ätiologie des Molluscum contagiosum. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 15 1911 S. 173.
- 177) —: Zur Ätiologie der Samoapocke. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 15 1911 S. 351.
- 178) —: Beitrag zur Entamöbafrage. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 1911.
- 179) LEBER, A. u. PROWAZEK, S. v.: Bericht über medizinische Beobachtungen auf Savaii und Manono (Samoa). Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 15 1911 S. 409.
- 180) PROWAZEK, S. v.: Zur Kenntnis der Flagellaten des Darmtrakts. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 1911 S. 96.
- 181) LEBER, A. u. PROWAZEK, S. v.: Weitere Untersuchungen über die Augenkrankheiten in der Südsee. Berl. klin. Wochenschr. 1911 Nr. 39.
- 182) PROWAZEK, S. v.: Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Entamöben VI. Arch. f. Protistenk. Bd. 26 1912 S. 241.
- 183) —: Beiträge zur Kenntnis der Protozoen und verwandter Organismen von Sumatra (Deli). Arch. f. Protistenk. Bd. 26 1912 S. 250.
- 184) —: Notiz zur Ätiologie der Psoriasis vulgaris. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 62 1912 S. 134.
- 185) —: Einfluß hämolytischer Stoffe auf Spirochäten (Spirochaetaceae). Centralbl. f. Bakt. Orig. Bd. 66 1912 Heft 5/6.
- 186) —: Entamoeba. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 1912 S. 273.
- 187) —: Untersuchungen über die Gelbsucht der Seidenraupen. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 67 1912 S. 268.
- 188) —: Die Organismen und unsere Zeit. (1. Teil von: Die organische Welt und Naturphilosophie.) Ostwald's Annalen der Naturphilosophie Bd. 11 S. 123.
- 189) —: Studien zur Lehre vom Geschlechtsdimorphismus der Trypanosomen. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 62 1912 S. 269.
- 190) —: Untersuchungen über die Tona der Pferde auf Samoa. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 17 1913 S. 1.
- 191) —: Fluoreszenz der Zellen. — REICHERT's Fluoreszenzmikroskop. Zool. Anz. 1913.
- 192) —: Über reine Trypanosomenstämme. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 68. 1913 S. 498.
- 193) —: Die Entwicklung und die Zeit. Annalen d. Natur- u. Kulturphilosophie Bd. 12 S. 400.
- 194) —: Zur Parasitologie von Westafrika. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 70 1913 S. 32.

- 195) LEBER, A. u. PROWAZEK, S. v.: Experimentelle Trachomstudien. v. GRAEFE's Arch. f. Ophthalmol. Bd. 85 1913 Heft 2.
- 196) PROWAZEK, S. v.: Zur Kenntnis der Balantidiosis. Zusammenfassende Darstellung. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Beiheft 6 Bd. 17 1913 S. 371.
- 197) —: Studien zur Biologie der Protozoen VI. Arch. f. Protistenk. Bd. 30 1913 S. 4.
- 198) —: Aus dem Nachlaß von FRITZ SCHAUDINN. Arch. f. Protistenk. Bd. 30 1913 S. 72.
- 199) HEGLER, C. u. PROWAZEK, S. v.: Untersuchungen über Fleckfieber. Vorläufiger Bericht. Berl. klin. Wochenschr. 1913 Nr. 44.
- 200) PROWAZEK, S. v.: Weitere Untersuchungen über das Vaccinevirus. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 72 1913 S. 94.
- 201) —: Die Deutschen Marianen. Ihre Natur und Geschichte. 1913.
- 202) PROWAZEK, S. v. u. WERNER, H.: Zur Kenntnis der sog. Flagellatendysenterie. Beiheft 5 (Festschr.) z. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 18 1914 S. 3.
- 203) PROWAZEK, S. v.: Zur Kenntnis der GIEMSA-Färbung vom Standpunkte der Cytologie. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie Bd. 31 1914 S. 1.
- 204) LEBER, A. u. PROWAZEK, S. v.: Epitheliosis desquamativa der Südsee. v. GRAEFE's Arch. f. Ophthalmol. Bd. 87 1914 Heft 3.
- 205) — —: Zur Kenntnis der Elephantiasis in Samoa. Arch. f. Sch.- u. Trop.-Hyg. Bd. 18 1914 S. 386.
- 206) PROWAZEK, S. v. u. MIYAJI, S.: Weitere Untersuchungen über das Vaccinevirus. Centralbl. f. Bakt. Abt. 1 Orig. Bd. 75 1914 Heft 2.
- 207) PROWAZEK, S. v.: Bemerkungen über die Biologie und Bekämpfung der Kleiderlaus. Münch. med. Wochenschr. 1915 Nr. 2 S. 67.
- 208) PROWAZEK, S. v. u. HEGLER, C.: Über Flecktyphus. Beiträge zur Klinik der Infektionskrankheiten.
- 209) PROWAZEK, S. v.: Hrsg. von: Handbuch der pathogenen Protozoen. 1912/15.

Le *Trypanosoma inopinatum*.¹⁾

Par
Carlos França.

(Avec Planche 1.)

En 1906 dans un travail fait en collaboration avec ATHIAS (3) nous avons décrit une espèce de Trypanosome qui par ses caractères nous semblait digne d'intérêt. Cette espèce que nous avons nommé *T. undulans* a les caractères suivants que nous reproduisons du travail publié alors:

De son vivant ce trypanosome possède un corps allongé, à extrémités progressivement amincies surtout la postérieure; on y voit quelques sphérules réfringentes éparses. Le noyau est invisible. Les mouvements d'ondulation, très lents, limités à la partie antérieure du corps, rappellent ceux d'un ver. Un examen attentif permet de constater la présence d'une membrane ondulante très-étroite qui se meut toujours dans le même sens, vers l'extrémité postérieure, qui le plus souvent est immobile.

Deux heures après le début de l'observation le parasite avait des mouvements encore plus lents et restait immobile pendant longtemps. Par les méthodes de LEISHMAN et de GIEMSA ce Trypanosome se montre comme un organisme fusiforme terminé par des extrémités effilées notamment la postérieure qui est très pointue²⁾ (fig. 1).

¹⁾ Les principales conclusions de ce travail ont été communiquées en note préliminaire à la Soc. de Biologie dans la séance du 17 Juin 1911 et, dans une note à la Soc. de Pathologie exotique (Bulletin T. V. No. 2 1912) nous avons décrit les formes aflagellées dans l'évolution de ce Trypanosome. Des circonstances imprévues nous ont empêché de publier plus tôt ce travail in extenso. Nous croyons utile de le faire maintenant.

²⁾ Des figures du *T. undulans* se trouvent dans notre travail de 1906 (Pl. III fig. 9 et Pl. IV fig. 8 et 9) dans le travail de LEBEDEF (Fig. I, B et Fig. 8 Pl. 31) et dans le Précis de Parasitologie de BRUMPT (fig. 73, 14 et 15).

Ses dimensions sont variables; le plus grand nombre des exemplaires que nous avons trouvés dans nos préparations avaient 30 à 34 μ de long sur 6 à 9 μ de large. Parfois ils atteignent une plus grande longueur (54 μ), tandis, que d'autres n'ont que 27 μ . Il n'y a aucun rapport entre la longueur et la largeur de ces Trypanosomes, car on en peut voir de longs et étroits et de courts et larges.

Le cytoplasma prend une teinte bleue plus ou moins foncée, avec des taches plus claires; il est creusé de vacuoles assez nombreuses, surtout dans sa moitié postérieure.

Le noyau occupe à peu près le milieu du corps; il se trouve à 11—19 μ de l'extrémité antérieure et à 11—21 μ de l'extrémité postérieure. Sa forme est, en général, elliptique à grand axe transversal. Il mesure 3 à 6 μ de long sur 2 à 3 μ de large et prend une légère coloration rose; on n'y distingue aucun détail.

Le blépharoplaste, un peu allongé et transversal, est situé à 3 à 10 μ est du noyau et à 8 à 11 μ de l'extrémité postérieure.

Il est assez petit et se colore d'une façon intense.

La membrane ondulante est généralement très étroite, souvent même difficile à apercevoir; elle se montre parfois colorée en rose pâle.

Dans la majorité des exemplaires de *T. undulans* le filament qui borde la membrane ondulante, cesse au niveau de l'extrémité antérieure; dans les rares exemplaires où il y a un flagelle libre, celui-ci n'excède pas 1,7 μ de long.

Quand nous avons publié notre travail (3) nous avons trouvé *T. undulans* chez deux grenouilles l'une desquelles était infectée aussi par *T. costatum* et l'autre par le petit *Trypanosoma inopinatum* SERGENT et par une espèce que nous avons alors décrite sous le nom de *T. elegans*.

Le grand pléomorphisme de *T. rotatorium* a conduit quelques auteurs à penser que nos espèces n'étaient que des formes du Trypanosome que MAYER a décrit en 1843.

En 1908 PATTON trouvait (6) chez des exemplaires de *Rana hexydactyla* et de *Rana tigrina* de l'Inde notre *T. undulans* et un petit Trypanosome, rappelant par ses caractères le *T. inopinatum*. PATTON a appelé ce petit Flagellé *Trypanosoma hendersoni*.

Dès 1906, au cours de nos travaux nous avons souvent rencontré *T. undulans* et toujours avec les mêmes caractères qui l'éloignent nettement de *T. rotatorium*.

Cependant nous n'avions pas assez de raisons pour assurer qu'il s'agissait d'une espèce bien caractérisée.

Un travail de LEBEDEF (7) sur les Trypanosomes des grenouilles, travail très-soigné qui confirme la plupart de nos recherches sur ces Flagellés a attiré de nouveau notre attention sur ce sujet. En effet LEBEDEF considérait toutes les espèces décrites par nous comme

des modifications du Trypanosome vulgaire des grenouilles, du *T. rotatorium*.

Pour résoudre le problème il nous fallait trouver une grenouille infectée exclusivement par *T. undulans* et cela ne nous était jamais arrivé.

Au mois de Mars de 1911 nous avons rencontré, pour la première fois quelques grenouilles infectées exclusivement par *T. undulans* et nous avons commencé immédiatement les recherches qui font l'objet de ce travail.

Etant donné la transmission héréditaire des infections des Trypanosomes dans les sangsues, comme BRUMPT l'a démontré (5), nous avons, non seulement, fait des expériences avec les formes de l'intestin de *Helobdella algira* prises sur des grenouilles parasitées par notre Trypanosome, mais aussi avec des formes de culture entre lame et lamelle.

Nous décrivons d'abord la culture de *T. undulans* et ensuite les expériences que nous avons faites en partant des formes culturales.

Culture de *Trypanosoma undulans*.

La culture de *T. undulans* en préparations lutées à la paraffine est très facile à obtenir et beaucoup plus rapide que la culture du *T. rotatorium*.

La préparation faite, quelques heures après, les mouvements déjà lents de *T. undulans* se ralentissent encore et le parasite commence à subir une considérable modification dans sa forme. Ce Trypanosome qui, dans le sang circulant, a les deux extrémités progressivement éfilées, commence à présenter l'extrémité postérieure grossie et ce grossissement augmente graduellement de sorte que le parasite devient piriforme. Dans le noyau de ces formes on voit de nombreux petits chromosomes en bâtonnet.

En même temps le flagelle libre, qui dans les formes de la circulation est si raccourci qu'on ne parvient pas à le distinguer et qui n'existe même plus chez quelques exemplaires, devient long et est accompagné jusqu'à une certaine distance par une membrane ondulante (fig. 2). Flagelle et membrane ondulante sont animés de mouvements très vifs qui font osciller le Trypanosome mais qui ne parviennent pas à le faire se déplacer.

Le noyau de ces formes arrondies ou piriformes se divise un grand nombre de fois, de sorte que, douze heures après, à côté de

T. undulans pas encore modifiés, il existe un certain nombre de formes grandes, quelquefois avec un flagelle, le primitif, et possédant un grand nombre de noyaux.

Chacun de ces noyaux fils est bientôt accompagné d'un blépharoplaste (fig. 3). Ensuite le flagelle se détache et, à la surface du corps, paraissent des proéminences vers chacune desquelles émigrent un noyau et un blépharoplaste (fig. 4). Chacune de ces proéminences s'allonge à son tour et se détache donnant origine à des formes filles crythidiennes relativement larges qui en suite, se divisent longitudinalement (fig. 5, 6 et 7).

D'autres formes, encore par un processus de division nucléaire multiple, donnent naissance à des crythidies très longues et étroites (fig. 8) ayant $25,5 \mu$ de long sur $0,8$ à 1μ de large.

Ces formes sont pâles et ont un blépharoplaste accolé au noyau ou à une petite distance de lui. Le flagelle mesure $7,5 \mu$ à $10,5 \mu$. Le blépharoplaste est situé à $7,5$ de l'extrémité antérieure du corps. Le noyau qui mesure d'ordinaire 3μ de long, est situé à 12 ou 13μ de l'extrémité postérieure. Ces crythidies très longues et étroites se montrent au bout de 48 heures.

A coté de ce processus de multiplication qui donne origine aux formes crythidiennes qui correspondent à celles qu'on trouve dans l'intestin de l'hôte intermédiaire, on trouve d'autres formes de multiplication.

Les Trypanosomes, ayant perdu le flagelle, se divisent transversalement et donnent origine à de petits Trypanosomes trapus (fig. 9) qui à leur tour se divisent longitudinalement.

Ces formes sont plus rares et disparaissent passé quelque temps, mais on continue à voir dans les préparations, les crythidies typiques.

Les crythidies, surtout les formes minces, sont animées de mouvements très-vifs.

En résumé: La multiplication de *T. undulans* dans les cultures se fait d'abord par un processus de division binaire et par un processus de division multiple; les formes qui en résultent se divisent en suite longitudinalement de sorte que 60 heures après le commencement de la culture on n'observe que de nombreuses crythidies longues et minces parfaitement identiques à celles qui existent dans l'appareil digestif des *Helobdella*.

Nous donnons ici le résultat de quelques unes des expériences d'inoculation des plus typiques, faites avec ces crythidies.

**a) Inoculation des formes crythidiennes culturales de
T. undulans à des Grenouilles indemnes.**

I.

Une grenouille (A) est inoculée le 6 Mai dans le péritoine avec une culture de 24 heures de *T. undulans*. Pendant douze jours l'animal ne présente aucune forme, mais le 19 Mai de nombreux Trypanosomes apparaissent dans le sang.

Ces Trypanosomes, petits, très mobiles, ont les caractères du Trypanosome que les frères SERGENT ont décrit sous le nom de *T. inopinatum*. Ce sont des Trypanosomes très élégants (fig. 13) à cytoplasma se colorant en violet par le Giemsa et dont le corps mesure $16,5 \mu$ à 21μ de long sur $1,5$ à $2,2$ de large. La membrane ondulante est nette et peu plissée. Le flagelle mesure 6 à $10,5 \mu$. Le blépharoplaste très net est situé à $4,5 \mu$ à 6μ de l'extrémité postérieure et à $2,2$ à 3μ du noyau. Le noyau riche en chromatine a $2,2$ à 3μ de long.

Jusqu'au 23 Mai on ne voit que ces petits Trypanosomes. Le 25 outre les petits Trypanosomes du type *inopinatum* il y en a d'autres qui sont des *T. undulans* jeunes et des formes de transition tout-à-fait pareilles au Trypanosome que nous avons décrit en 1906 sous le nom de *T. elegans*.

Les formes du type *elegans* (fig. 14 et 15) possèdent un corps allongé terminé par deux extrémités qui s'amincissent progressivement surtout la postérieure qui est très longue et effilée; elles mesurent 35 à 36μ de long sur $2,2$ à $3,5 \mu$ de large.

Le cytoplasma de ces formes se colore en violet par la méthode de GIEMSA et il est criblé de vacuoles. Le noyau du Trypanosome est rond ou elliptique très riche en chromatine et occupe la partie moyenne du corps, il mesure d'ordinaire $2,5 \mu$ de diamètre. Du blépharoplaste situé de $7,5$ à $10,5 \mu$ du noyau se détache le filament qui borde la membrane ondulante, assez large, et qui se continue par un flagelle libre de 5 à 6μ de long.

Ces formes du type *elegans* sont d'une grande mobilité, quoique moins mobiles que celles du type *inopinatum*.

Les *T. undulans* jeunes représentent la transition entre les formes *elegans* et les *undulans* adultes.

Ils mesurent 36 à $37,5 \mu$ de long sur $4,5 \mu$ de large. Le protoplasma de ces formes se colore en violet bleuâtre et présente de

nombreuses vacuoles plus accumulées vers l'extrémité postérieure (fig. 16).

Le 29 Mai on trouve dans le sang de la Grenouille A de nombreux *T. undulans* jeunes, quelques adultes et de très rares formes du type *inopinatum*. Le 5 Juin la Grenouille est infectée par *T. undulans*, adultes et jeunes et de très rares formes du type *elegans*.

Le 9 Juin on voit des *T. undulans* adultes et jeunes et quelques rares formes *inopinatum*.

Le 26 Juin on ne trouve dans le sang de la Grenouille A que des Trypanosomes *undulans* adultes, très nombreux.

II.

La Grenouille B est inoculée dans le péritoine le 11 Mai avec une culture de *T. undulans* âgée de cinq jours.

Jusqu'au 19 Mai l'examen de sang est négatif. Le 22 Mai de nombreuses formes du type *inopinatum* apparaissent. Le 25 l'infection est énorme, il y a presque autant de Trypanosomes que de globules. Tous les Trypanosomes sont du type *inopinatum*.

Le 26 la grenouille est mourante; elle est sacrifiée et avec son sang on inocule deux grenouilles, l'une desquelles (Grenouille C.) dans le péritoine.

La grenouille B. à l'occasion de sa mort était profondément anémiée, et avait de l'ascite. Dans le sang il existait une quantité de Trypanosomes *inopinatum* vraiment extraordinaire. Les Trypanosomes étaient aussi très nombreux dans les frottis du poumon et de la rate; dans les frottis du foie, au contraire, les Flagellés étaient très rares. A' coté des formes trypanosomiques on trouve dans les frottis du poumon, de la rate et du foie, des petites formes aflagellées ayant l'aspect de *Leishmania*. Ces formes, très rares dans le foie sont abondantes dans le poumon et très abondantes dans la rate. Ce sont de petits éléments ovalaires ou arrondis (fig. 10) ayant d'ordinaire $6\ \mu$ de long sur $4.5\ \mu$ de large. Le noyau a $1.5\ \mu$ de diamètre et il est situé à $0.8\ \mu$ de distance du blépharoplaste.

On trouve quelques unes des formes aflagellées ayant seulement 3 à $4\ \mu$ de longueur.

Dans les frottis du poumon on trouve des formes de transition entre les formes aflagellées et celles à flagelle. Un grand nombre de mononucléaires ont leur cytoplasme rempli de ces parasites Leishmaniformes (fig. 11).

Les petites formes aflagellées, Leishmaniformes, qu'on a trouvées chez un grand nombre d'autres Trypanosomes, ont été l'objet de nombreuses études et de différentes interprétations.

Dans le cas de *T. undulans* quelques unes de ces formes représentent simplement des phénomènes de dégénérescence, des phénomènes de mise en boule, mais la plupart des formes aflagellées appartiennent évidemment à l'évolution du Trypanosome. Ces formes se multiplient activement par un processus de division binaire multiple.

Quant aux formes intracellulaires quelques auteurs pensent qu'elles traduisent simplement un phénomène de phagocytose, mais cela n'est pas vrai dans notre cas. Presque toutes ces formes intracellulaires ont les caractères de formes normales et plusieurs de ces parasites continuent à se multiplier à l'intérieur des cellules hôtes comme nous l'avons déjà dit.

Nous croyons que les formes aflagellées doivent représenter la transition entre les crithidies de l'hôte invertébré et la première génération de Trypanosomes de l'hôte vertébré. Avant de s'adapter à la vie parasitaire sanguine, ces crithidies passent par la phase *Leishmania*, c'est-à-dire, par l'adaptation à la vie parasitaire à l'intérieur des organes et des cellules.

Dans les organes on trouve aussi quelques kystes à l'intérieur desquels on voit un certain nombre de noyaux et de blépharoplastes (fig. 12). Ces kystes appartiennent au cycle évolutif du trypanosome et ils sont bien différents de ceux trouvés par Carlos CHAGAS dans les poumons des cobayes infectées par *Trypanosoma cruzi* et par CARINI dans les poumons d'un *Mus decumanus* ayant une forte infection par le *T. lewisi*¹⁾.

¹⁾ Ces derniers kystes possèdent huit mérozoïtes sans blépharoplaste et ils n'ont aucune relation avec les *Trypanosomes*; ils appartiennent à un parasite indépendant que Mr. et Mme Pierre DELANOË ont nommé *Pneumocystis carinii*. Récemment CARLOS CHAGAS a trouvé ces kystes à huit mérozoïtes chez différents animaux non parasités par des Trypanosomes et il partage l'opinion des DELANOË.

Nous avons trouvé récemment des *Pneumocystis* chez un lapin victime d'une maladie singulière dont les symptômes étaient: Grand amaigrissement, anémie, hypertrophie ganglionnaire et de la kératite, les lèvres et les narines de ce lapin étaient tuméfiées et avec de petites ulcérations. Dans la figure 17 de la Planche nous figurons un de ces kystes de *Pneumocystis*. Ils mesurent en règle 4 à 5 μ de long sur 3,5 à 4 μ de large. Les formes existant à l'intérieur des kystes mesurent 1 μ de long et elles ont une grande analogie avec certains éléments du genre *Nuttallia*.

b) Inoculation des formes crythidiennes de *T. undulans* de *Helobdella algira* à des Grenouilles indemnes.

Une Grenouille (I) est inoculée le 13 Mai avec des formes crythidiennes trouvées dans l'appareil digestif d'une *Helobdella* qui avait été nourrie sur une Grenouille infectée par le *T. undulans*.

Le 29 Mai se montrent dans le sang de la grenouille les premiers Trypanosomes du type *inopinatum*.

Le 12 Juin on trouve non seulement des Trypanosomes du type *inopinatum* et *elegans*, mais aussi des Trypanosomes *undulans*.

Le 26 Juin la grenouille avait une infection énorme par des *T. undulans* adultes, typiques.

C'est-à-dire quand on inocule à des Grenouilles des formes crythidiennes de *T. undulans*, soit que ces formes proviennent d'une culture entre lame et lamelle, ou du tube digestif de *Helobdella algira*, on obtient une infection intense par *T. undulans*.

La période d'incubation de l'infection Trypanosomique est de 11 à 16 jours. L'infection par *T. undulans* est toujours précédée par celle des Trypanosomes du type *inopinatum*. Entre l'apparition des premiers Trypanosomes (ceux du type *inopinatum*) et celle des Trypanosomes adultes (*T. undulans*) il s'écoule un nombre de jours variable, mais qui d'ordinaire n'est pas inférieur à 10 jours.

Fréquemment l'infection par les formes jeunes du *T. undulans*, c'est-à-dire, par les formes du type *inopinatum* est si considérable qu'elle tue l'animal trop rapidement pour permettre la transformation en formes adultes. Ce fait montre que le pouvoir pathogénique n'est pas une particularité biologique ayant une grande valeur pour la caractérisation des espèces. En effet le Trypanosome que nous étudions dans ce travail est pathogène seulement à l'une de phases de son développement.

c) Inoculation de Trypanosomes du type *inopinatum* à des Grenouilles indemnes.

Puisque quelquefois on n'arrive pas à obtenir les formes adultes du *T. undulans* en partant des formes crythidiennes parceque l'animal inoculé est trop rapidement victime de l'infection par les formes jeunes (formes type *inopinatum*) on devrait s'attendre à obtenir les formes adultes en inoculant des formes *inopinatum* à une nouvelle Grenouille.

C'est ce que nous avons réalisé dans l'expérience suivante: La Grenouille C est inoculée dans le péritoine, le 26 Mai, avec le sang de la grenouille B n'ayant que des formes du type *inopinatum*.

Jusqu'au 30 Mai on ne trouve dans les préparations de cet animal aucune forme de Trypanosome.

L'examen du 3 Juin nous montre un grand nombre de formes du type *inopinatum* et quelques unes du type *elegans*.

Le 7 Juin l'infection par des formes du type *inopinatum* est assez considérable et on voit aussi quelques formes *elegans* et quelques formes *undulans*.

Le 26 Juin il existait encore un grand nombre de *T. inopinatum*, un nombre considérable de *undulans* jeunes et quelques *undulans* adultes.

Cette expérience nous démontre que, en prolongeant la duration de l'infection, on arrive à obtenir les formes adultes.

* * *

D'après les expériences précédentes nous concluons qu'il existe une relation ontogénétique entre les *Trypanosomes inopinatum*, *elegans* et *undulans*.

MESNIL analysant notre travail et plus tard, LAVERAN et MESNIL (11) ont accentué que cette relation ontogénétique résulte implicitement des observations de BRUMPT.

En lisant attentivement le travail de BRUMPT (4) on voit effectivement qu'il a travaillé avec notre *T. undulans* et que ses recherches, comme les notres, démontrent que *T. inopinatum* appartient au cycle évolutif de *T. undulans*.

En effet ses „formes géantes sans flagelles“ ne sont que le *T. undulans* ce qu'on peut bien voir dans les figures qu'il a données de ces formes en 1910 dans son „Précis de Parasitologie“.

BRUMPT, simplement, n'a pas compris la vraie signification de ces formes.

Dans sa note de 1906, il disait. „Les Trypanosomes *inopinatum* type, se montrent dans le sang les premiers jours de l'infection, les formes plus volumineuses n'apparaissent que plus tard et se localisent surtout dans le cœur.“

Comme BRUMPT ne décrivait ses „formes géantes“ ni les figurait on ne pouvait établir alors aucune relation entre ces formes et notre *T. undulans*. Nos expériences démontrant précisément que *T. inopinatum* SERGENT représente le stade le plus jeune de *T. undulans*

doivent faire disparaître de la nomenclature la dernière désignation, puisque *T. inopinatum* est le nom le plus ancien. Simplement il faut remarquer que sous le nom *inopinatum* on doit décrire le *T. undulans* qui est la forme adulte, lien caractérisée, de ce Protozoaire.

Le nom qui est en harmonie avec ce que nos travaux, et indirectement ceux de BRUMPT, ont démontré est:

Synonymie:	{	<i>T. inopinatum</i> SERGENT	1904
		<i>T. undulans</i> FRANÇA et ATHIAS	1906
		<i>T. elegans</i> FRANÇA et ATHIAS	1906
		<i>T. hendersoni</i> PATTON	1908.

Distribution géographique: Russie, Portugal, Afrique du Nord et Inde.

Ce Trypanosome parasite: *Rana esculenta* et *R. temporaria* (Europe et Afrique), *Rana hexydactyla* et *R. tigrana* (Inde).

On ne peut, évidemment, continuer à appeler le Trypanosome sous la désignation qui a été donnée à l'une des phases jeunes de ce Protozoaire.

L'infection par *T. undulans* (forme adulte du *T. inopinatum*) se maintient pendant longtemps et elle est d'ordinaire, intense.

Chez des Grenouilles ayant ce Trypanosome depuis un grand nombre de mois, on trouve dans les frottis de la rate quelques rares formes de multiplication.

Quelques unes de ces formes rappellent les premières phases qu'on observe dans les cultures.

Ce sont des parasites ronds ou allongés, ayant un certain nombre de noyaux et de blépharoplastes.

Dans les autres organes on ne trouve pas ces formes.

Ces formes de multiplication qu'on trouve, en petite quantité, dans les organes dans les infections chroniques, semblent garantir la persistance d'une infection d'une certaine intensité qui ne nuit pas cependant, d'ordinaire, à la vie de l'animal parasité.

Au contraire, pendant les premiers temps de l'infection Trypanosomique, tant que l'animal a dans le sang les formes plus jeunes du parasite (formes *inopinatum*) il est fréquent qu'il soit victime de l'infection.

En effet, ces Trypanosomes jeunes se multiplient très activement, soit par division binaire, soit au moyen des formes arrondies atlagellées et ils donnent des infections d'une telle intensité que l'animal meurt.

Dans le sang circulant, on ne trouve pas des formes de division, mais quand on maintient, pendant un certain nombre de jours, des

grenouilles infectées par le *T. inopinatum* adulte (forme *undulans*) à une température de 22° on assiste à des modifications de la forme des Trypanosomes.

Ceux-ci deviennent plus trapus et présentent l'extrémité postérieure arrondie. Des figures de division longitudinale paraissent alors dans le sang circulant.

Collares, Juin 1914.

Bibliographie

sur le *Trypanosome undulans* et sur les formes jeunes de ce Trypanosome (*T. inopinatum*, *T. hendersoni* etc. etc.).

- 1) ED. et ET. SERGENT: Sur un Trypanosome, parasite de la Grenouille verte. C. R. Soc. Biol. 23 Janvier 1904.
- 2) A. BILLET: Culture d'un Trypanosome de la Grenouille chez une Hirudinée; relation ontogénique possible de ce Trypanosome avec une Hémogrégarine. C. R. Acad. des Sciences 10 Octobre 1904.
- 3) C. FRANÇA et M. ATHIAS: Recherches sur les Trypanosomes des Amphibiens. I. Les Trypanosomes de la *Rana esculenta*. Arch. Inst. R. Bact. Camara Pestana 11 Mai 1906.
- 4) E. BRUMPT: Rôle pathogène et mode de transmission du Trypanosome *inopinatum* ED. et ET. SERGENT. Mode d'inoculation d'autres Trypanosomes. C. R. Soc. Biol. 28 Juillet 1906.
- 5) —: De l'hérédité des infections à Trypanosomes et à Trypanoplasmes chez les hôtes intermédiaires. C. R. Soc. Biol. T. 63 1907.
- 6) W. S. PATTON: Batrachian Trypanosomes. Ann. Rep. Bact. Section King. Inst. Prev. Med. Madras 1908.
- 7) W. LEBEDEFF: Über *Trypanosoma rotatorium* GRUBY. Festschr. z. 60. Geburtstage RICHARD HERTWIG's Bd. 1 1910.
- 8) E. BRUMPT: Précis de Parasitologie. Paris 1910.
- 9) C. FRANÇA: Sur la relation ontogénétique entre les grands et les petits Trypanosomes de la Grenouille. C. R. Soc. Biol. 17 Juin 1911.
- 10) —: Les formes aflagellées dans l'évolution d'un Trypanosome de Batracien (*T. undulans*). Bull. Soc. Path. Exot. T. 5 No. 2 1912.
- 11) A. LAVERAN et F. MESNIL: Trypanosomes et Trypanosomiases. 2^e édition Paris 1912.
- 12) W. NÖLLER: Die Blutprotozoen des Wasserfrosches und ihre Übertragung. I. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 31 1913.

Explication de la Planche 1.

- Fig. 1. *Trypanosoma inopinatum* adulte (forme *undulans*).
Figs. 2 à 9. Formes culturelles.
Figs. 10 à 12. Formes des frottis des poumons et de le rate de Grenouille récemment infectée par *T. inopinatum*.
Figs. 13 à 16. Formes jeunes du *T. inopinatum*.
Fig. 13. Formes *inopinatum* SERGENT.
Fig. 14 et 15. Formes *elegans* FRANÇA et ATHIAS.
Fig. 16. Forme *undulans* jeune.
Fig. 17. *Pneumocystis cuniculi*.
-

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Protozoenstudien. I.

Von
K. Bělar, Wien.

(Hierzu Tafel 2—4 und 3 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	14
II. <i>Amoeba diplogena</i> n. sp.	14
1. Material und Technik	14
2. Beschreibung des lebenden Objektes	15
3. Bau und Teilung nach dem gefärbten Präparat	15
4. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen	20
III. Die Kernteilung von <i>Astasia levis</i> n. sp.	21
1. Einleitung, Material und Technik	21
2. Spezieller Teil	22
3. Schluß	28
IV. Über Bau und Teilung von <i>Rhynchomonas nasuta</i> KLEBS, zugleich ein Versuch einer Phylogenie des Blepharoplasten	29
1. Einleitung, Material und Technik	29
2. Spezieller Teil	30
3. Allgemeiner Teil	38
V. Literaturverzeichnis	45
VI. Tafelerklärung	48

I. Einleitung.

In diesen Zeilen gedenke ich einige Beobachtungen cytologischer Art über Bau und Vermehrung verschiedener Protozoen, die ich im Laufe des letzten Jahres gemacht habe, zu veröffentlichen.

Deren erster Teil, betreffend eine Amöbenart, eine Astasiaart und *Rhynchomonas nasuta* sei hiermit der Öffentlichkeit übergeben. Einen zweiten Teil, betreffend *Chilomonas*, *Anthophysa vegetans*, eine andere Amöbenart und *Trachelomonas* will ich in einiger Zeit folgen lassen.

An dieser Stelle sei es mir auch gestattet, Herrn Hofrat Prof. Dr. HATSCHKE, Herrn Prof. Dr. JOSEPH und Herrn Prof. Dr. SCHILLER für ihre Anteilnahme und Ratschläge, die sie mir in liebenswürdigster Weise zuteil werden ließen, meinen innigsten Dank auszusprechen.

II. *Amoeba diplogena* n. sp.

1. Material und Technik.

Im Herbst 1913 legte ich Faulkulturen aus einem Altwasser der Donau an, indem ich Algen und Schlamm mit Leitungswasser übergieß und stehen ließ. Ungefähr 14 Tage nach Anlage dieser Kulturen trat in einer derselben eine kleine Amöbenform auf, die in der Kahmhaut bald in großen Mengen zu finden war. Da mir bei der Beobachtung der lebenden Tiere Teilungsstadien nicht zu Gesichte kamen, fertigte ich etwa ein Dutzend Präparate im Laufe einer Woche an, nach welcher Zeit die Form verschwand. Kultur auf Agar mißlang aus unbekannten Ursachen. Als ich nach ca. 2 Monaten Zeit fand, die Präparate zu durchmustern, fanden sich in den meisten nur höchst selten Teilungsstadien; in einem jedoch waren 60 Proz. der Amöben in Teilung begriffen, so daß ich die Teilung in allen Stadien studieren konnte. Es ergaben sich hierbei einige Unterschiede gegenüber den Teilungsvorgängen anderer, ähnlicher Formen.

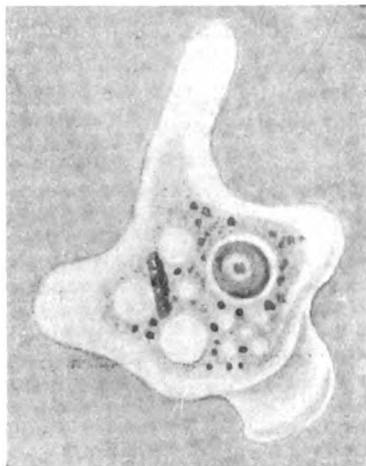
Fixiert wurde mit einer konzentrierten Lösung von Sublimat in destilliertem Wasser mit 5 Proz. Eisessig; gefärbt mit Hämalaun-Orange G und Eisenhämatoxylin nach der alten Vorschrift. Diese erwies sich als am brauchbarsten, weil sie die schärfsten Bilder lieferte.

2. Beschreibung des lebenden Objektes.

Die Größe der Amöbe beträgt 12—15 μ , sie ist also ziemlich konstant, wie bei den meisten Amöben der Limaxgruppe.

Das hyaline Ectoplasma ist ziemlich schmal und vom Entoplasma, das im Leben körnig erscheint, unscharf gesondert. Letzteres enthält ziemlich viel Nahrungsvacuolen und gröbere Körner, sowie eine oder zwei kontraktile Vacuolen, deren Pulsationen höchst unregelmäßig erfolgen.

Der Kern ist im Leben wohl zu unterscheiden, seine Größe beträgt 2,5—3 μ . Er ist durch ein Caryosom ausgezeichnet, welches im Leben mehr oder weniger homogen erscheint. Manchmal ist es im Innern etwas aufgehellert und zeigt ein Centriol. Das Caryosom liegt in einem Kernsafttraum, der vollkommen körnchenfrei und sehr schmal ist; seine maximale Breite beträgt 0,4 μ . Eine Kernmembran ist im Leben nicht mit Sicherheit nachzuweisen.



Textfig. A. *Amoeba diplogena*.
Habitusbild nach dem Leben. Centriol
im Kern sichtbar.

Die Bewegung ist sehr rasch; bald limaxartig, bald mit mehreren mehr oder weniger breiten Pseudopodien erfolgend.

Teilungen konnten im Leben nicht beobachtet werden. Eben- sowenig gelang es mir, Cysten aufzufinden, die ich mit Sicherheit unserer Art hätte zuschreiben können.

3. Bau und Teilung nach dem gefärbten Präparate.

Das Ectoplasma der Amöbe ist auch im gefärbten Präparate hyalin, ohne Pellicula. Das Entoplasma ist fein alveolär gebaut und enthält leicht basophile Beimengungen. An den Schnittpunkten des Plasmanetzes sind größere Körner spärlich verteilt.

Der Kern zeigt eine deutliche, jedoch feine Kernmembran, einen sehr schmalen Kernsafttraum, der von Chromatin oder Plastin vollkommen frei ist und das große kugelförmige Caryosom. Ich will hier bemerken, daß nicht alles, was sich bei der Differenzierung

der Eisenhämatoxylinfärbung entfärbt und mit Eosin und sonstigen sauren Farbstoffen färben läßt, deswegen schon als Oxychromatin oder Plastin bezeichnet werden darf, (wie es CHATTON tut) weil man ja auf diese Weise auch unzweifelhaftes Chromatin färben kann; vielmehr müssen Vergleichsfärbungen, wie Hämalaun-Orange, Methylgrün-Fuchsin, Safranin-Lichtgrün u. a. m. zu Hilfe gezogen werden.

Hier ist es auch am Platze, einige Bemerkungen über das sogenannte Außenchromatin einzuschalten. Während auf der einen Seite gegenüber mikroskopischen Färbereaktionen die größte Skepsis gewahrt wird, bringt man ihnen von anderer Seite ein ebensowenig angebrachtes großes Vertrauen entgegen. Dies geht soweit, daß z. B. ALEXEIEFF in einer Notiz über eine Amöbe behauptet, die Geißeln der Flagellaten bestünden aus Plastin(!), bloß weil sie sich bei Hämatoxylin-Indigkarmin-Eosinfärbung rot färben. Nun ist es im Laufe der letzten Jahre üblich geworden, alles, was neben dem Caryosom im Kernsaftraum liegt, als Außenchromatin zu bezeichnen, wobei man die ursprüngliche Definition des Chromatins durch FLEMMING ganz aus dem Auge verlor. FLEMMING definiert (Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882) als Chromatin diejenige Substanz im Kerne, die sich bei regressiver Färbung mit Safranin lebhaft rot färbt. Diese läßt sich auch mit Hämatein-Tonerde und basischen Anilinfarbstoffen elektiv färben. Nun ist ja in vielen Fällen das Außenchromatin wirkliches Chromatin, in manchen Fällen ist dies aber keineswegs der Fall; so z. B. bei *Chilomonas*, wie ich später auszuführen gedenke, oder bei *Procazekia* (hier ist das „Außenchromatin“ bloß Linin und Nucleolarsubstanz. Man hat sich also bei Gebrauch dieses Wortes, das sich gut eingebürgert hat und für welches ein Ersatz nicht leicht zu finden ist, stets vor Augen zu halten, daß dieses Wort seine ursprüngliche Bedeutung verloren hat und nur in übertragener Bedeutung anzuwenden ist.

Kehren wir nun zum Thema zurück. Das Caryosom zeigt im konservierten Zustande im Innern ein nicht sehr regelmäßiges Gerüst, ähnlich dem von *Amoeba tachypodia* GLÄSER, aber nicht so grob, wie bei *Amoeba salteti*. Dieses Gerüst besteht aus Chromatinbalken und -brocken, die durch feine Fäden verbunden sind. Die dazwischen liegende Substanz ist keineswegs reines Plastin, wie Farbenreaktionen und das Studium der Kernteilung lehren.

Im Innern ist das Caryosom häufig aufgehellte und zeigt ein Centriol, das mit dem Gerüst nicht verbunden ist. (Dieser Hof um das Centriol wird von ARAGAO als diagnostisches Merkmal hervor-

gehoben.) Bei weitgehender Differenzierung entfärbt sich das Chromatin und es bleibt nur das Centriol nebst einigen zentral gelegenen Chromatinpartikelchen gefärbt (Fig. 8). In 3 Fällen war das Centriol nicht als Punkt, sondern als blasse, größere Kugel zu sehen (Fig. 9). Dies wäre vielleicht als Beginn einer zyklischen Veränderung zu deuten, wo das Centriol sich bereits in ein kleines Caryosom umgewandelt hat, bevor noch das alte Caryosom in den Kernsaft Raum abgerückt ist.

Teilung. Vor und während der Teilung kugeln sich die Amöben nicht ab, wie GLÄSER behauptet, der die Abkuglung bei NÄGLER's *Amoeba froschi*, *lacertae* u. a. auf Tafel 2 „vermißt“ und daraus schließt, daß hier kein Teilungsstadium vorliegt. Das Plasma behält sein unverändertes Aussehen und Pseudopodien werden nach wie vor gebildet.

Die Teilung des Kernes ist deswegen von besonderem Interesse, weil sie auf zweierlei Weise verläuft. Jedoch sind diese Teilungsarten nicht auf dieselbe Weise voneinander verschieden, wie bei *Amoeba diplomitotica* ARAGAO, von der meine Form ziemlich verschieden ist.

Ich will zunächst die eine Teilungsart beschreiben. Eingeleitet wird sie durch hantelförmige Teilung des Centriols (Fig. 12), dessen Teilstücke auseinanderrücken und das Caryosom dabei in die Länge ziehen (Fig. 13), wobei sich zwischen ihnen eine Centrodosome ausdehnt. Jetzt ordnen sich die Chromatinpartikel zu größeren chromosomenähnlichen Balken an, die der Längsachse des Caryosoms parallel gelagert sind. Sodann erweitert sich der Kernsaft Raum etwas und aus dem Caryosom tritt eine Substanz heraus, deren Natur unklar ist (sie färbt sich mit Hämalaun und Eisenhämatoxylin nur schwach), die vielleicht mit CHATTON's Oxychromatin identisch ist. Daß sie aus dem Caryosom ausgetreten ist, muß man deshalb annehmen, weil vor der Teilung im Kernsaft Raum, wie ich oben ausdrücklich erwähnt habe, davon nichts zu sehen ist und ein Eindringen aus dem Plasma höchst unwahrscheinlich ist. Vielleicht handelt es sich hier um eine Substanz, die den Mitochondrien der Metazoen entspricht.

Diese Substanz, die wir mit einem indifferenten Ausdrucke Äquatorialplattensubstanz nennen wollen, ordnet sich ringförmig um das in der Mitte etwas eingeschnürte Caryosom an, wobei sie fein gestrichelt erscheint, jedoch keineswegs wie bei *Am. diplomitotica* und anderen Amöben in deutliche Chromosomen gegliedert ist.

Unterdessen ist im Caryosom das Chromatin zu den Polen ge-

wandert, wo es sich zu den Polkappen verdichtet, jedoch nicht so kompakt wird, wie bei den *Limax*-formen NÄGLER'S. Die Zahl der Chromatinbalken (Chromosomen) im Caryosom schwankt zwischen 7 und 10.

Das Centriol ist oft wahrzunehmen, es liegt nahe dem Außenrande des Caryosoms innerhalb der Polkappe.

Hie und da sieht man auch eine mehr oder weniger ausgeprägte Heteropolie der Caryosompromitose (Fig. 16 u. 21), wie sie auch ARAGAO bei *Am. diplomitotica* angegeben hat.

Das Caryosom schnürt sich nun immer mehr ein und dehnt sich zugleich in die Länge; die Äquatorialplatte wird verdoppelt. Auch die Kernmembran buchtet sich ein und schließlich wird der Kern scharf eingeschnürt und in zwei Hälften getrennt. Eine Centrodese zwischen den beiden Caryosomhälften ist nicht vorhanden.

Das Schicksal der Äquatorialplatte ist nicht weiter zu verfolgen, sie wird wahrscheinlich ins Caryosom aufgenommen, womit der erste Teilungstypus vollendet ist. Dieser ähnelt dem entsprechenden von *Am. diplomitotica* einigermaßen.

Ähnlich verläuft auch die Prophase von *Amoeba tachypodia*, doch ist die Telophase abweichend.

Die Promitose des Caryosoms ist von einem bereits ziemlich vorgeschrittenen Typus, da bereits chromosomenähnliche Gebilde vorliegen. Das Schicksal des Centriols ist genau zu verfolgen, also ist seine Kontinuität festgestellt.

Die zweite Teilungsart kommt ebenso oft vor. Daß es sich hierbei nicht um die Teilung einer anderen Art handelt (wie ARNDT neuerdings für *Am. diplomitotica* behauptet), geht aus der sonstigen Kongruenz und aus dem Umstande hervor, daß in dem Präparate die ruhenden Stadien einander vollkommen glichen.

Die Prophase der Teilung II verläuft wie bei Teilung I, was daraus zu schließen ist, daß man nur solche Prophasen findet.

Nachdem sich also das Centriol geteilt und das Caryosom gestreckt hat, wobei chromosomenähnliche Bildungen nicht so deutlich hervortreten wie vorhin, zeigt sich im Caryosom ein querverlaufender Hohlraum, der schmal und von einer fein gestrichelten Platte erfüllt ist (Fig. 23). Das Chromatin ist also zu den Polen abgewandert und hat in der Mitte die Äquatorialplatte gelassen. Diese ist intracaryosomal. Zwischen den Centriolen ist die Centrodese manchmal sehr deutlich zu sehen. Daß die Äquatorialplatte nicht aus dem Kernhohlraum stammen kann, wie ARAGAO für *Am. diplomitotica* angibt, ist aus zwei Gründen zu ersehen: erstens ist kein Außen-

chromatin vorhanden; zweitens sind die beiden Polkappen anfänglich immer konkav und ihre Ränder reichen bis zum Äquator hinab. Übrigens genügt die Betrachtung von Photogramm und Figur, um die Art der Entstehung der Äquatorialplatte zu erkennen.

Nun runden sich die Polkappen ab, die Äquatorialplatte wird breiter und das Caryosom streckt sich. Zwischen Polkappen und Äquatorialplatte befindet sich ein Zwischenraum. Die Polkappen werden kompakter und runden sich ganz ab, wobei sie an Größe abnehmen, währendem das Caryosom und mit ihm der Kern langellipsoidisch, etwa zigarrenförmig wird. Diese Langstreckung ohne vorherige Einschnürung ist ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen Arten, bei denen sich der Kern schon früher einschnürt. Jetzt erst verengt sich der Kern in der Mitte, bis sich schließlich zwischen den Tochtercaryosomen nur ein dünner Verbindungsstrang ausdehnt.

Die Tochterplatten bilden den sogenannten Konus¹⁾, kugeln sich ab und legen sich den Polkappen eng an, so daß letztere etwas abgeplattet und eingebuchtet werden. Dann reißt der Verbindungsstrang und die Tochterkerne runden sich ab.

Jetzt verschmilzt die Polkappe mit der Tochterplatte auf eine Weise, die deutlich zeigt, daß die Äquatorialplatte caryosomalen Ursprungs sein muß: Die Polkappe saugt die Tochterplatte gleichsam in sich auf, so daß es aussieht, als werde letztere mit einem chromatischen Netz überzogen.

Es wäre denkbar, daß die Tochterplatten durch Abfließen von Chromatin aus den Polkappen vergrößert werden, worauf die Verkleinerung der letzteren hinweist (siehe VAHLKAMPF).

Diese Teilungsart ist der „doppelten Mitose“ bei *Am. diplomitotica* sehr ähnlich, nur stammt bei unserer Art die Äquatorialplatte aus dem Caryosom. Ähnliche Teilungsarten zeigt *Amoeba limax* sp. 2. von WHITMORE, die unserer Form ziemlich ähnelt und *Basidiobolus lacertae* (LOEWENTHAL) letzterer besonders in der Prophase der sogenannten generativen Teilung.

Die Kernmembran bleibt in beiden Fällen intakt (im Gegensatz zu *Am. diplomitotica*).

Erst nach vollendeter Kernteilung erfolgt die Zellteilung (Fig. 7) über die weiter nichts zu sagen ist.

¹⁾ ARAGAO läßt die Chromosomen zwischen Konus und Polkappen treten, was wohl nicht richtig ist; denn bei allen anderen Amöben, die sich auf ähnliche Weise teilen, werden die Chromosomen (= Äquatorialplatte) zum Konus.

4. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen.

Ich konnte die im obigen beschriebene Amöbe mit keiner der in der mir zur Verfügung stehenden Literatur beschriebenen Formen identifizieren und benenne sie daher wegen ihrer eigentümlichen Fortpflanzungsart *Amoeba diplogena*.

Im folgenden soll die Artdiagnose und damit eine knappe Zusammenfassung meiner Untersuchungsergebnisse gegeben werden:

Amoeba diplogena n. spec.: Größe konstant: 12–15 μ . Bewegung teils limax, teils polypodiaartig; rasch. Ecto- und Entoplasma undeutlich getrennt, ersteres hyalin, letzteres fein alveolär. 1 oder 2 kontraktile Vacuolen. Kern 2,5–3 μ groß, mit dünner Kernmembran, schmalen Kernsafttraum, ohne Außenkern und Caryosom mit Innengerüst und Centriol. Teilung: entweder Promitose des Caryosoms mit Äquatorialplatte im Außenkern oder Mitose des Caryosoms mit endocaryosomaler Äquatorialplatte.

Zum Schlusse will ich einige mit meiner Form nahe verwandte Arten anführen und die Unterscheidungsmerkmale gegenüber dieser hervorheben, wobei ich jedoch keineswegs eine Bestimmungstabelle der Limaxamöben zu geben beabsichtige.

Amoeba diplomitotica ARAGAO: 20–30 μ groß, Kern 3–4 μ . Doppelkonturierte Kernmembran; viel Außenchromatin.

A. froschi u. *lacustris* NÄGLER: Keine Kernmembran, Caryosom kompakt, Telophase abweichend.

A. lacertae HARTMANN u. NÄGLER: Keine Kernmembran, Caryosom kompakt, Telophase abweichend.

A. spinifera NÄGLER: Pseudopodien und Mitose different.

A. albida NÄGLER: 20–50 μ ; viel Außenchromatin, Telophase abweichend.

A. horticola NÄGLER syn. *A. mira* GLÄSER¹⁾: viel Außenchromatin; 6 Chromosomen bei der Teilung.

A. hartmanni NÄGLER: 2 Chromosomen bei der Teilung auch sonst Unterschiede.

¹⁾ GLÄSER hebt zwar einige Unterschiede hervor, die aber so geringfügiger Natur sind, daß sie nicht einmal zur Aufstellung einer Varietät berechtigen würden; ich habe sie übrigens bei sorgfältigem Vergleich von GLÄSER's Fig. 4a (l. c.) und NÄGLER's Fig. 14 u. 65 gar nicht herausfinden können.

Strohamöbe von WASIELEWSKI und HIRSCHFELD: keine Kernmembran, 5 Chromosomen, Entosom vorhanden.¹⁾

A. salteti SWELLENGREBEL: Keine Kernmembran; grobes Caryosomgerüst (vielleicht schlecht fixiert?) Sonderung des Caryosoms in chromatischen und achromatischen Anteil vor der Teilung, sonst ziemlich ähnlich.

A. limax spec. 1. WHITMORE: Mitose abweichend.

A. limax spec. 2. „ Polkappen winzig, keine Äquatorialplatte im Außenkern, sonst große Ähnlichkeit.

A. tachypodia GLÄSER: 30–40 μ , viel Außenchromatin, Telophase abweichend.

A. vahlkampfi CHATTON: Abweichende Entstehung der Äquatorialplatte, 3 Chromosomen in letzterer.

III. Die Kernteilung von *Astasia levis* n. sp.

1. Einleitung, Material und Technik.

Die Anregung zur folgenden Arbeit ging von HARTMANN'S und CHAGAS' Flagellatenstudien aus, in denen sie bei *Peranema trichophorum* Centriolen schilderten, eine Angabe, die bis jetzt vereinzelt dastand. Als nun in einer meiner Kulturen eine *Astasia*-Art auftrat, nahm ich die Gelegenheit gern wahr, die Kernteilung dieser Form, die meines Wissens noch nicht untersucht worden ist, genau zu studieren und mein Augenmerk hierbei auf Centriolen zu richten.

Die Kultur stammte aus einem Altwasser der Donau und die *Astasia* trat erst nach ungefähr einem Monat darin auf, zusammen mit einer Amöbe, die ich im zweiten Teil dieser Studien beschreiben will und mit *Paramaecium caudatum*. Ich beobachtete die Kultur von da an ca. 2 Monate hindurch und fertigte in dieser Zeit Präparate an, in denen Teilungsstadien häufig zu finden waren.

Fixiert wurde hauptsächlich mit Sublimatalkohol (Sublimat 15 g, absoluter Alkohol 100 ccm) und Sublimateisessig, wobei die ganze Fixierungs- und Färbeprozedur wegen der schlechten Klebrigkeit der Tiere unterm Deckglase vorgenommen werden mußte. Ich be-

¹⁾ Anmerkung während des Druckes: In einer mir erst nach Einsendung vorliegender Arbeit zu Gesicht gekommenen Arbeit von WASIELEWSKI u. KÜHN *Amoeba (Vahlkampfia) mutabilis* benannt.

festigte letzteres an den 4 Ecken zuerst mit Paraffin, dann wurde die Fixierungsflüssigkeit zugesetzt und erst nach dem Auswaschen des Sublimates mit Jod, dann Alkohol und schließlich Wasser wurde das Paraffin durch venetianischen Terpentin ersetzt, Eisenalaunlösung (2,5 Proz.) zugesetzt und der ganze Objektträger in Eisenalaun gelegt. So konnte ich, nachdem ich mir einzelne Tiere zuvor mit Asphaltlackmarken bezeichnet hatte, erstere bei der nachfolgenden Differenzierung beobachten.

Fast ausschließlich wurde Eisenhämatoxylin verwendet (alte Vorschrift: 12 Stunden Eisenalaun, 24 Stunden Hämatoxylin), nur zu Kontrollzwecken wurde mit Hämalaun und BIONDI's Gemisch gefärbt.

2. Spezieller Teil.

Unter den Flagellaten, deren Kernteilung frühzeitig bekannt wurde, stehen die Euglenoiden an erster Stelle. Schon BÜTSCHLI berichtet von dem Auftreten einer Kernplatte bei der Teilung und die Arbeit KEUTENS (1895) brachte volle Klarheit über den Teilungsvorgang bei *Euglena viridis*. DANGEARD wies nun in den Jahren 1901 und 1902 bei den meisten Euglenoiden den eigentümlichen Kernteilungstypus, den er Haplomitose nannte, nach. Er untersuchte fast nur Eugleniden s. s.; ein Centriol nahm er nicht wahr; er verhält sich überhaupt gegen die Centriolenlehre ablehnend. Teils ist das negative Resultat auch auf Rechnung der mangelhaften Technik DANGEARD's zu setzen. So verschmähte er es, von den großen Euglenen Schnitte anzufertigen und wendete als Farbstoffe meist nur Pikrokarmín oder Hämatoxylin an, aber nicht Eisenhämatoxylin. Diese Methoden hat er auch bis in die neueste Zeit (1910) beibehalten, in der Arbeit: *Etudes sur le developpement et la structure des organismes inferieurs*, wo er unter anderm die Teilung von *Euglenopsis*, bei der er Amitose beschreibt, und von *Peranema* schildert. Auch sind seine Abbildungen ziemlich flüchtig und ungenau (wie auch NÄGLER angibt); so zeichnet er z. B. nicht bei allen Teilungsstadien von Euglenen die zweifellos vorhandenen Chromospiren (die wahrscheinlich schlecht fixiert sind). STEUER untersuchte im Jahre 1903 die Teilung von *Eutreptia lanowii*, einer im freilebenden Zustande sich teilenden Form und stellte Amitose fest. HAASE beschrieb ferner die Teilung von *Euglena sanguinea* und bestätigte im allgemeinen die Befunde der früheren Autoren und glaubte, im Caryosom Chromosomen wahrzunehmen.

Keiner der früheren Autoren erwähnte das Vorhandensein von

Centriolen im Binnenkörper. Nun beschrieben HARTMANN und CHAGAS (1910) die Teilung von *Peranema trichophorum* und wiesen bei dieser Form im Binnenkörper ein Centriol nach, dessen Kontinuität sie feststellten.

Dieser Befund begegnete vielem Mißtrauen und wurde in letzter Zeit besonders von GLÄSER angefochten. Auch v. PROWAZEK schreibt 1912, daß die Feststellung von Centriolen im Caryosom der Euglenoidinen s. strictiori (also excl. *Entosiphon* und *Copromonas*) bis jetzt nicht gelungen sei.

Speziell über *Astasia* existieren bis jetzt nur spärliche Angaben in der Literatur. Die Arbeit KHAWKINES über *Astasia ocellata*, wohl eine der ältesten über *Astasia* überhaupt, bringt keinerlei Aufschluß über die Kernteilung. BEAUCHAMP (1911) und ALEXEIEFF (1912) beschrieben zwei *Astasia*-Arten, die eine in *Catenula*, die andere in *Cyclops* parasitierend. Beide aber konnten keinerlei Teilungsstadien finden. (Ich glaube übrigens, daß *Astasia catenulae* BEAUCH. eine farblose *Euglena* ist, wegen der radialen Anordnung der Chromatinpartikel im Kern, die bei *Astasia* meines Wissens nicht vorkommt.)

Ich konnte nun bei *Astasia*, die im Grunde genommen nur eine saprophytische *Euglena* ist (siehe *Euglena quartana* MOROFF und *Astasia ocellata* KHAWKINE), die Kernteilung in ihrem ganzen Verlaufe verfolgen, das Vorhandensein eines Centriols und sein Verhalten bei der Teilung beobachten.

Nach diesem Überblick will ich, bevor ich zur Kernteilung übergehe, zunächst einige Bemerkungen über die Art und ihren Bau vorausschicken.

Die *Astasia* ist 20–30 μ lang, ca. 12 μ breit; diese Größenverhältnisse sind sehr konstant (ich beobachtete die Tiere durch zwei Monate). Die weiche Pellicula ist vollkommen glatt. Der Körper ist langgestreckt spindelförmig, hinten zugespitzt, jedoch ohne Schwanzanhang und sehr metabolisch. Das Plasma ist feinkörnig, mit darin verstreuten größeren baso- und siderophilen Klumpen und ist mit meniskus- oder eiförmigen Stärkekörnern von wechselnder Größe (0,5–2 μ) mehr oder weniger dicht erfüllt. Der Kern liegt ungefähr in der Mitte des Körpers.

Am Vorderende des Körpers liegt das runde Cytostom, welches in einem engen Cytopharynx führt, der sich unten in das Reservoir erweitert. Ein Stigma fehlt. Die Geißel ist ungefähr $\frac{3}{4}$ körperlange und besitzt eine Wurzel, die am Grunde des Cytopharynx mit einem Basalkorn endigt. In der mittleren Höhe des Cytopharynx befindet sich eine Verdickung der Geißel, mit der diese offenbar im

Plasma verankert ist. Diese Verdickung entspricht der unter dem Stigma gelegenen Anschwellung der Geißel bei *Euglena*.

Sie entspricht aber nicht einem Basalkorn, wie HARTMANN meint, sondern man hat dieses in der untersten Verdickung der „Geißelwurzel“ zu suchen und das zwischen beiden Anschwellungen liegende Stück gehört demnach noch zur Geißel und ist nicht als Rhizoplast aufzufassen. (Siehe auch weiter unten bei *Rhynchomonas*.)

Nach diesen Merkmalen konnte ich die Art nicht bestimmen, es ist also wahrscheinlich, daß hier eine neue Art vorliegt, für die ich den Namen *Astasia levis* (die glatte) vorschlage. Am meisten ähnelt sie noch der *Astasia dangeardi* LEMMERMANN, von der sie sich jedoch durch die geringere Größe, die glatte Pellicula und die Lage des Kernes unterscheidet.

Die Diagnose lautet: *Astasia levis* n. spec.: Länge 20–30 μ , Breite 10–14 μ , Pellicula glatt; sehr metabolisch, Kern in der Mitte gelegen, Geißel etwas kürzer als der Körper, Stärkekörner meniskus- oder eiförmig. Stigma fehlt.

Zum Studium der Kernteilung im Leben ist das Tier wegen der zahlreichen Einschlüsse des Plasmas nicht geeignet. Ich will hier kurz die Zellteilung beschreiben. Diese setzt mit der Verdoppelung der Geißeln ein. Die feineren Vorgänge, die sich an den Basalkörnern abspielen, konnte ich wegen deren schlechter Färbbarkeit nicht beobachten. Nach vollendeter Kernteilung bilden sich am Vorderende zwei Höcker, die je ein Cytostom samt Geißel enthalten. Darauf schreitet die Teilung von vorne nach hinten vor, bis die beiden Tochterindividuen nur mit ihren Hinterenden zusammenhängen und sich dann trennen, wodurch der Eindruck einer stattgehabten Querteilung hervorgerufen wird.

Die Dauer der Teilung von dem Punkte an gerechnet, wo sich die Geißeln verdoppeln und das Vorderende sich abstumpft (zu dieser Zeit befindet sich der Kern in der Prophase) bis zur vollständigen Trennung der Individuen beträgt ungefähr $1\frac{1}{2}$ –2 Stunden. Der Kern war während der Teilung fast unsichtbar.

Ich gehe nun zur Beschreibung von Kernbau und Kernteilung über.

Der Kern hat im Ruhezustand eine Größe von ungefähr 8 μ . Seine Gestalt ist kugelförmig, wird jedoch durch den Druck der Parenchymkörner öfters deformiert. Er ist von einer deutlich sichtbaren, dünnen Kernmembran umgeben.

Im Innern lassen sich folgende Bestandteile unterscheiden: 1. ein Lininnetz, 2. Außenchromatin, 3. das Caryosom.

AWERINZEW deutet in seiner *Chilomonas*-Arbeit den Außenkern von *Chilomonas* und von *Euglena* als ein außerhalb des Kernes, als welchen er das Caryosom betrachtet, gelegenes Chromidium, eine Deutung, die durch das Vorhandensein einer Kernmembran und die Bildung von Chromosomen aus dem Außenkern (bei *Euglena*) widerlegt wird.

Das Lininnetz ist im Außenkern gleichmäßig ausgebildet. Es schließt, wie es scheint, mit einer feinen Membran gegen die Kernmembran ab, wie aus dem einheitlichen Abheben des Außenkernes von der Kernmembran bei Schrumpfung hervorgeht (Fig. 39).

An den Knotenpunkten des Lininnetzes ist das Außenchromatin in Form von Körnern aufgehängt. Eine Anordnung von Chromosomen im ruhenden Kern, wie sie von KEUTEN bei *Euglena* beschrieben wurde, ist nicht vorhanden. Das Außenchromatin ist leicht basophil, enthält aber auch acidophile Bestandteile; es sind also vielleicht auch Substanzen darin enthalten, die dem Oxychromatin und eventuell den Mitochondrien nahestehen.

Der interessanteste Teil des Kernes ist das Caryosom, bei den Euglenoiden auch als Nucleolocentrosom (KEUTEN) genannt. Mit dieser Bezeichnung ist nun KEUTEN der Wahrheit sehr nahe gekommen, da ja nach der nun wohl zur Genüge gesicherten Lehre HARTMANN's das Caryosom das Äquivalent des Metazoocentrosoms ist.

Das Caryosom ist kugelförmig und von ziemlich gleichbleibender Größe (ca. $2,5 \mu$). Seine Farbenreaktion ist basophil; mit Methylgrün-Fuchsin-Orange färbt es sich violett, mit Hämalau blau.¹⁾ Es enthält aber auch eine große Menge acidophiler Bestandteile, wie aus den oben erwähnten Farbenreaktionen und aus dem Umstande hervorgeht, daß es bei der Differenzierung der Eisenhämatoxylinfärbung den Farbstoff sehr lange zurückhält, dann plötzlich abgibt und gelb wird, eine Erscheinung, die bei Plastinnucleolen der Metazoen oft wahrzunehmen ist und die auch von dem ungemein dichten Gefüge des Caryosoms Zeugnis ablegt. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, das gleich zu beschreibende Centriol elektiv zu färben (siehe Fig. 45, auf der einen Seite ist das Caryosom noch tiefschwarz, auf der anderen ist es bereits samt dem Centriol verblaßt).

Das Caryosom läßt keine Struktur erkennen (das Centriol natürlich ausgenommen), es ist vollkommen homogen. Wabenstruktur ließ sich nur bei der Teilung in wenigen Fällen andeutungsweise

¹⁾ KEUTEN läßt im Caryosom chromatische Bestandteile fehlen, was wohl nicht zutreffen dürfte.

wahrnehmen (Fig. 51 u. 52), während sie bei *Eutreptia* und *Peranema* immer, auch im ruhenden Caryosom, zu beobachten ist.

Im Innern des Caryosoms konnte ich nun fast immer ein Centriol nachweisen. Dieses befindet sich meist in oder am Rande einer kleinen Vacule im Caryosom; ob das als Schrumpfungerscheinung oder als normales Verhalten aufzufassen ist, weiß ich nicht. Eine solche Vacuole ist auch bei Amöben und bei *Chilomonas* zu beobachten. Elektiv, d. h. schwarz auf hellem Grunde, habe ich das Centriol nur in wenigen Fällen darstellen können; die Gründe für diese Schwierigkeit habe ich oben auseinandergesetzt. Doch läßt es sich immer als wohlumschriebenes Korn von etwas tieferem Farbenton als das Caryosom innerhalb der Vacuole nachweisen. Der beste Beweis für sein normales Vorkommen und für die Centriolennatur ist seine Funktion als Teilungsorgan. Im ruhenden Kern ist es immer in Einzahl vorhanden, nicht wie bei *Peranema*, wo es auch im ruhenden Kern als Diplosom auftritt.

Man kann das Centriol auch im überfärbten Caryosom innerhalb einer kleinen Aufhellung in dem sonst tiefschwarzen Caryosom wahrnehmen, weshalb ich absichtlich bei der Auswahl der Abbildungen Stadien aus stark und schwach gefärbten Präparaten dargestellt habe.

Cyclische Veränderungen kamen nicht zur Beobachtung, wenn man nicht die geringen Schwankungen der Größe des Caryosoms und der Menge des Außenchromatins als solche auffassen will.

Kernteilung. Die Teilung ist eine typische Euglenidenmitose (Haplomitose); sie vollzieht sich innerhalb der Kernmembran. Sie wird eingeleitet durch Längsstreckung und hantelförmige Teilung des Centriols. Die beiden Tochtercentriolen bleiben durch eine Centrodosome lange miteinander verbunden. Sodann streckt sich das Caryosom und nimmt ovale Gestalt an. Während dieser Streckung bilden sich im Außenkern die Chromospiren (DANGEARD)¹⁾ aus. Zuerst verbinden sich je 2 oder 3 Chromatinkörner durch Lininfäden, diese Gruppen verbinden sich mit benachbarten, so daß schließlich eine Anzahl von Fäden entsteht, die durch mehrere (5—8) knotenförmige Anschwellungen gekennzeichnet sind, die fertigen Chromospiren. Ebenso beschreiben HARTMANN u. CHAGAS die Chromospiren von *Peranema*. Die Angabe KEUTEN's, daß die Chromospiren bei

¹⁾ Ich halte es für richtiger, Chromospiren anstatt Chromosomen zu sagen, weil meiner Ansicht nach die Chromospiren mit den Chromosomen bei anderen Protozoen, z. B. Gregarinen, nicht homolog sind.

Euglena viridis von gleichmäßiger Dicke sind, dürfte auf schlechte Fixierung zurückzuführen sein.

Diese Chromospiren ordnen sich nun rings um das längsgestreckte Caryosom an, und zwar so, daß sie parallel zu dessen Längsachse stehen.

Jetzt dehnt sich das Caryosom immer mehr und schwillt schließlich an den beiden Enden an. Der ganze Kern hat jetzt die Gestalt eines Rotationsellipsoides, dessen lange Axe vom Caryosom eingenommen wird, während es bei *Euglena viridis* die kurze Achse einnimmt.

Nun erfolgt die Verdoppelung der Äquatorialplatte, die durch Querteilung der Chromospiren vor sich geht. Die Chromospire verjüngt sich in der Mitte, welche verjüngte Stelle beim Auseinanderwandern der Tochterchromospiren zu einem dünnen Faden ausgedehnt wird, der augenscheinlich bald reißt. Längsspaltungsstadien konnte ich nie finden, auch konnte ich keinen Unterschied in der Dicke von Mutter- und Tochterchromospiren (den KEUTEN angibt), feststellen. Wohl aber läßt sich immer feststellen, daß die Tochterchromospiren kürzer sind als die Mutterchromospiren. HARTMANN u. CHAGAS beschreiben ebenfalls Querteilung, so daß das Vorkommen von Längsteilung sehr unwahrscheinlich gemacht wird.

Die Anaphase erfolgt scheinbar ziemlich rasch. Der Kern engt sich im Äquator allmählich ein, durch das sich streckende Caryosom auseinandergestemmt, welches mit seinen Enden an die Kernmembran anstößt und sich dort leicht abplattet. Von einer „uhrglasförmigen“ Einstülpung und von Chromosomen im Caryosom, die HAASE beschreibt, konnte ich nichts bemerken. Diese „Chromosomen“ dürften wohl auf eine metachromatische Färbung der Wabenwände des Caryosoms zurückzuführen sein (die bei der tückischen MALLORY-Färbung, mit der HAASE die „Chromosomen“ dargestellt hat, sehr oft vorkommt; ich erinnere z. B. an *Stentor*, wo bei dieser Färbung oft an ein und demselben Tier die Myoneme bald gelb, bald blau gefärbt sind). HAASE hat nicht angegeben, wie oft sie die Chromosomen gesehen, ich vermute, daß dies selten der Fall war.

Ein Zwischenkörper wird nicht ausgebildet. Spindelfasern, wie sie KEUTEN angibt, dürften wohl Kunstprodukte sein.

Der Kern streckt sich immer mehr, bis zwischen den beiden Hälften nur ein dünner Strang sich erstreckt, der aus dem Zwischenstück des Caryosoms mit einem dünnen Belag von Außenkern besteht. Die Chromospiren sind um das Caryosom parallel zur Hauptachse gelagert. Betrachtet man die Teilungsfigur vom Pole aus, so fällt

manchmal eine der Längsachse der Teilungsfigur parallele Abplattung der Tochterkerne auf. Die Centrodosome ist auch jetzt noch wahrzunehmen. Die Kerne werden meist stark gegen die Pellicula der Zelle gestemmt, so daß sie sich daran abplatten.

Jetzt reißt der Verbindungsstrang und die Caryosome runden sich ab, mit ihnen die Kerne, die von der Zellmembran etwas abrücken. Die Chromospiren lösen sich nun wieder in ihre Chromatin- und Lininbestandteile auf, womit die Kernteilung beendet ist.

Schluß.

Im Prinzip zeigt also die Teilung von *Astasia* keine Abweichungen vom gewöhnlichen Kernteilungstypus der übrigen Euglenoiden. Das Hauptgewicht ist in vorliegender Arbeit auf den klaren Nachweis des Centriols im ruhenden Kern sowie in allen Teilungsstadien gelegt, womit das wichtigste Kennzeichen eines solchen, nämlich die Kontinuität, festgestellt ist.¹⁾

Schon HARTMANN u. CHAGAS hatten die Centriolen und ihre Kontinuität bei *Peranema trichophorum* eindeutig nachgewiesen (wenngleich ihre Abbildungen der Ana- und Telophase die Centriolen vermissen lassen). „Mit dieser Angabe stehen die Verff. wohl einzig da,“ schreibt GLÄSER in seiner Amöbenarbeit und behauptet, die Centriolen bei *Peranema* seien gefärbte Wabenknoten und -wände. Da möglicherweise gegen meine Darstellung dieselben Einwände erhoben werden könnten, will ich sie gleich hier widerlegen. 1. Warum sollte immer nur ein Wabenknotenpunkt gefärbt bleiben und nur eine Wabenwand? Dies ist nicht gut einzusehen. 2. Warum sollte dieser Wabenknotenpunkt immer in der Mitte liegen?

Doch abgesehen davon ist bei *Astasia* dieser Einwand deshalb gänzlich unhaltbar, weil das Caryosom im Ruhezustand keinen Wabenbau aufweist, und das Centriol auch im entfärbten Zustand als wohlumschriebenes Korn, welches für einen Knotenpunkt zu groß ist, sichtbar ist.

Ferner stützt sich GLÄSER auf die negativen Resultate KEUTEN's, STEUER's, DANGEARD's und HAASE's. Zunächst ist zu bemerken, daß negative Argumente nie den Wert von positiven besitzen. Die Gründe für die negativen Resultate DANGEARD's habe ich oben angeführt; es ist hauptsächlich die mangelhafte Technik. KEUTEN

¹⁾ Ich habe deshalb auch diesen Befund durch Mikrophotogramme belegt, die ohne jedwede Retouche wiedergegeben sind.

suchte ein Centriol überhaupt nicht, und wenn, so suchte er es im Plasma. HAASE scheint auf das Studium der Kernteilung nicht viel Gewicht gelegt zu haben, und zweitens hat sie eine falsche Vorstellung von Sitz und Wirkungsweise des Centriols. Sie nimmt nämlich an, daß im Zwischenkörper des geteilten Caryosoms ein Centriol seine stemmende Wirkung entfalte, eine Vorstellung, die mit all dem, was wir über Centriolen und ihre Wirkungsweise wissen, im Widerspruch steht. Das bemerkt auch GLÄSER und stützt sich trotzdem auf HAASE's negative Befunde.

Ich glaube im vorigen etwaige Einwendungen im vornhinein genügend widerlegt zu haben und will nur nebenbei erwähnen, daß ich HARTMANN's Befunde an *Peranema trichophorum* selbst bestätigen konnte und auch bei *Trachelomonas reticulata* ein Stadium mit Centriolen wahrnahm. Ich gedenke, in einiger Zeit die Teilung von Eugleniden unter diesen Gesichtspunkten an reichlichem Material, wenn ich mir solches werde verschaffen können, zu untersuchen, und hoffe, zu positiven Resultaten zu gelangen.

IV. Über Bau und Teilung

von *Rhynchomonas nasuta* KLEBS,

zugleich ein Versuch einer Phylogenie des
Blepharoplasten.

1. Einleitung, Material und Technik.

Dieser Flagellat, dessen innerer Bau bis jetzt fast unbekannt war, trat auf Plattenkulturen aus einer Kahmhaut von Sumpfwasser auf. Das Wasser stammte aus einem Altwasser der Donau. Ich hatte darin Wasserpflanzen, hauptsächlich Characeen, zerquetscht und faulen gelassen. Nach ungefähr 6 Monaten traten farblose Euglenen und Limaxamöben (wahrscheinlich *A. froschi*) darin auf. Um letztere genauer zu studieren, legte ich mir eine Kultur auf Amöbenagar nach HARTMANN an, in der 6 Tage nach ihrer Anlage *Rhynchomonas* in ziemlichen Mengen auftrat. Ich machte mir diese Massenentwicklung gleich zunutze, um den Bau dieser Form genau zu analysieren.

Präparate wurden auf folgende Weise angefertigt: Da bei bloßem Auflegen des Deckglases auf die Agarplatte zu wenig Amöben

und Flagellaten daran haften blieben, verfiel ich auf ein anderes Mittel: Ich verreihe zunächst sehr wenig Speichel mit einem Tuche auf einem Deckglas, damit sich das Wasser auf demselben gut ausbreite (was bekanntlich selbst nach gründlicher Reinigung in Chromsäure und Ätheralkohol oft nicht gelingen will). Jetzt kommt ein kleiner Wassertropfen auf das Deckglas; dann streiche ich mit einem stumpf aufgesetzten, ausgeglühten alten Skalpell leicht über die Agarfläche, wobei eine Probe der obersten Schicht, ohne Agar, auf dem Skalpell haften bleibt, welche dann auf dem vorbereiteten Deckglas verrieben wird. Durch diese Manipulation wird die Kultur gar nicht geschädigt, da die abgekratzte Stelle nach einem Tage wieder von Protozoen besiedelt ist. Das beschickte Deckglas läßt man dann auf eine Fixierungsflüssigkeit fallen; ich benütze jetzt fast nur Sublimat, in absolutem Alkohol gesättigt, und FLEMMING's starkes Gemisch.

Gefärbt wurde mit Eisenhämatoxylin (alte Vorschrift), Giemsa feucht und Hämalaun sauer nach P. MAYER mit Orangenachfärbung.

2. Spezieller Teil.

A. Historischer Überblick.

Die Literaturangaben über *Rhynchomonas* sind recht spärlich.

Rhynchomonas nasuta wurde von STOKES 1888 als *Heteromita nasuta* zuerst beschrieben. KLEBS stellte für diesen Flagellaten wegen des eigentümlichen Schwimmorgans eine neue Gattung auf, die er nach diesem Merkmal *Rhynchomonas* nannte. Er beobachtete die Form in Sumpfwasser und beschrieb sie nur nach dem Leben. Auch die Art der Teilung, freilich nur der Zellteilung, konnte er feststellen. PARISI beschrieb 1910 *Rhynchomonas nasuta* als zufällig im Darm von *Periplaneta orientalis* vorkommend, schildert aber das Tier nur flüchtig nach dem Leben und ebenso die Teilung. Auch er bringt keine Angaben über inneren Bau.

Die allerletzten Angaben stammen von R. GRIESSMANN. Er beschreibt 1913 zwei marine Formen: *Rhynchomonas nasuta* (vielleicht doch eine neue Art) und *Rh. mutabilis*, ebenfalls nur nach dem Leben, letztere auch nach Jodpräparaten. Auch in der neuesten Zusammenstellung der Süßwasserflagellaten von LEMMERMANN (in PASCHER Süßwasserflora 1914) findet man keinerlei Angaben über inneren Bau. Merkwürdigerweise ignoriert LEMMERMANN die Angaben von KLEBS und PARISI über die Teilung gänzlich, indem er schreibt: „Vermehrung nicht bekannt.“

Der Grund, warum man *Rhynchomonas* nur im Leben und nicht nach gefärbten Präparaten kannte, ist der, daß das Tier nur in vereinzelt Exemplaren im Sumpfwasser auftritt und so einer Konservierung die größten Schwierigkeiten in den Weg legt. Da es mir gelungen ist, die Form zu züchten und so in größeren Mengen zu bekommen, kann ich zum erstenmale Aufschluß über den Bau zu geben. Vorher bringe ich noch Angaben über den Bau und die Bewegung des lebenden Tieres, da die bisherigen Angaben auch recht knapp gehalten sind.

B. Beschreibung nach dem Leben.

Unser Flagellat hat eine Länge von 2–5 μ , eine Breite von 1–3 μ , ist also etwas kleiner als die von KLEBS beschriebene Form, was wahrscheinlich auf Rechnung der Kulturbedingungen zu setzen ist. Die Gestalt ist meist verkehrt eiförmig, gelegentlich oval oder kugelförmig, ist unten abgeplattet und besitzt unten eine Längsfurche. *Rhynchomonas* ist nicht metabolisch.

Das Innere des Tieres läßt dank seiner geringen Größe schon im Leben das Wichtigste der Innenorganisation erkennen. Der Kern liegt seitlich in der vorderen Körperhälfte gegenüber dem Ursprungs-orte der Geißeln. Man sieht nur das Caryosom, umgeben von einem hellen Hof. Am Ursprungs-orte der Geißeln liegen zwei stärker lichtbrechende Punkte hintereinander. Seitlich davon befindet sich eine Vacuole, deren Kontraktion ich jedoch nicht feststellen konnte. Das Plasma ist von Vacuolen durchsetzt, speziell im Hinterende des Körpers, dazwischen läßt sich eine feinkörnige Struktur wahrnehmen.

Seitlich vom Vorderende entspringen zwei Geißeln. Die Vordergeißel ist stets von Körperlänge und zeigt ein sehr merkwürdiges Verhalten. Schon im Leben fällt sie durch ihre Dicke auf, da sie etwa 3 mal so dick ist, wie die Schleppgeißel. Noch auffälliger ist ihre Bewegung; ihr Wirkungskreis ist beschränkt, da sie nur imstande ist, so auf und ab zu schlagen wie der Zeigefinger einer menschlichen Hand wobei ihr Ende etwa das Viertel eines Kreisbogens beschreibt. Ihr Ende ist abgerundet.

Die Schleppgeißel ist bedeutend länger, sie mißt bis zu 10 μ . Sie entspringt vom selben Punkte, wie die Schwimmgeißel und geht sofort frei nach außen ab, ohne an den Körper angewachsen zu sein, wie es manchmal scheinen mag. Sie ist weniger beweglich als die Schwimmgeißel und ist in ihrem hinteren Abschnitte klebrig.

Rhynchomonas nasuta kann sich auf zweierlei Art bewegen. Wie erwähnt, ist die Schwimmgeißel, der „Schnabel“ oder „Rüssel“, nur imstande, lebhaft hin und her zu schlagen, während die Schleppgeißel einen umfangreicheren Wirkungskreis besitzt und dazu noch klebrig ist. Die gewöhnliche Bewegungsweise ist die, daß das Tier auf der Unterlage dahinkriecht, indem es mit der Vordergeißel lebhaft hin und her schlägt, die Schleppgeißel nachzieht und nur hie und da mit ihr einen Schlag tut. Die Klebrigkeit der Schleppgeißel zeigt sich besonders schön, wenn das Tier eine Wendung macht; dann sieht man, wie der vordere Teil der Schleppgeißel die neue Richtung einschlägt, der hintere die alte Richtung noch eine kurze Zeit beibehält. Dieses Kriechen ist die ausschließliche Bewegung, die in der Agarkultur stattfindet. Bringt man das Tier in Wasser, so bewegt es sich meist anders. Die Vordergeißel schlägt so wie vorhin, die Schleppgeißel führt jedoch frei im Medium heftig schlenkernde Bewegungen aus. Das Resultat ist ein heftiges Wackeln und Oszillieren ohne besonders große Ortsveränderung.

Die Nahrung besteht aus Coccen. Die Art ihrer Aufnahme konnte ich wegen der geringen Größe des Tieres nicht genau feststellen. Die Nahrung scheint durch das Schlagen der Schwimmgeißel an das Vorderende des Körpers getrieben und dort aufgenommen zu werden.

Teilungsstadien wurden nicht oft beobachtet; innere Vorgänge dabei im Leben nicht wahrgenommen. Das Endstadium der Teilung gleicht einem Querteilungsstadium. Man wird erst durch die doppelte Anzahl der Geißeln und durch die Einschnürung des Körpers auf Teilungsstadien aufmerksam gemacht.

Cysten kamen gelegentlich zur Beobachtung. Sie besitzen eine zarte Membran, sind von etwas geringerer Größe als die freien Tiere ($3\ \mu$) und sind arm an Vacuolen.

C. Beobachtungen an dem gefärbten Objekt.

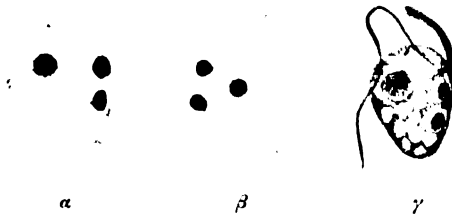
Das Studium des fixierten und gefärbten Tieres ergab überraschende Resultate. Das Plasma zeigt denselben Bau wie im Leben: feinkörnig, von mehreren Vacuolen durchsetzt.

Der Kern besitzt eine deutliche Kernmembran und innen daran angelagerte Außenchromatinpartikel, die durch Fäden mit dem Caryosom verbunden sind. Letzteres zeigt sehr kompakten Bau; gelegentlich ist eine Vacuole darin wahrzunehmen. Mit Hämalaun färbt es sich meist schwach blau, mit Eisenhämatoxylin je nach

dem Differenzierungsgrad schwarz bis gelb. GIEMSA-Färbung färbt den ganzen Kern rot und läßt das Caryosom wenig hervortreten (so wie bei Trypanosomen und Trypanoplasmen). Es enthält, wie aus der Hämalaun-Orange-Reaktion zu schließen ist, auch acidophile Bestandteile.

Bei günstiger Differenzierung konnte gelegentlich im Caryosom ein schwarzer Punkt, das Centriol, wahrgenommen werden.

Cyclische Veränderungen waren mit großer Deutlichkeit zu verfolgen. Gewöhnlich ist das Caryosom $0,6 \mu$ groß, es ist also sozusagen aufgebläht. Die Menge des Außenchromatins ist nicht groß, es liegt nur an der Kernmembran. Bei Eintritt der cyclischen Veränderung sieht man, wie das Caryosom kleiner wird, während das Außenchromatin an Menge zunimmt. Schließlich ist das Caryosom auf einen Punkt von Centriolgröße reduziert, es ist eben nur das Centriol, höchstens mit einer dünnen chromatischen Rinde vorhanden. Der Kernsaft Raum ist auf diesem Stadium von chromatischen, besser gesagt siderophilen Massen erfüllt. Die Rekonstruktion des Caryosoms gleicht im fixierten Präparat dem Abbau desselben. Selbstverständlich konnte der ganze Vorgang nicht im Leben verfolgt werden, sondern mußte nach fixierten Präparaten kombiniert werden.



Textfig. B. *Rhynchomonas nasuta*.

α ist mit Hämalaun-Orange, γ mit Giemsa gefärbt. Vergr. 5000 $\times$.

Der Kern ist also ein bläschenförmiger Caryosomkern vom ersten Typus und ähnelt dem von *Prowazekia*, von dem er sich durch den Besitz von Außenchromatin und den abweichenden Verlauf der cyclischen Vorgänge unterscheidet.

Am Fuße der Schwimmgeißel oder des „Rüssels“ fallen dem Auge des Beobachters schon im Hämalaunpräparat zwei sich tiefblau tingierende kugel- oder eiförmige Gebilde von etwa $0,3\text{--}0,5 \mu$ Größe auf. Sehr auffällig werden diese bei Eisenhämatoxylinfärbung, wo sie die Farbe hartnäckig festhalten. Diese Körper sind nichts

anderes als Blepharoplasten oder Kinetonuclei, die hier merkwürdigerweise in Zweizahl auftreten.

Wie oben erwähnt, sind sie bereits im Leben als stärker lichtbrechende Körperchen sichtbar. Der Abstand der beiden Blepharoplasten voneinander beträgt ungefähr $0,8 \mu$. Sie sind durch einen deutlich sichtbaren Faden miteinander verbunden, der der Längsachse des Körpers parallel verläuft. Man kann also sagen, daß die Blepharoplasten hintereinander liegen, und zwar liegt der eine meist in derselben Höhe wie der Kern, der andere etwas tiefer. Der vordere Blepharoplast ist fast stets mit dem Kern durch eine Centrosome verbunden, bei dem hinteren ist eine solche seltener wahrzunehmen.

Unklar ist mir die Bedeutung von Körnern, die gelegentlich zwischen dem ersten und zweiten Blepharoplasten, gelegentlich hinter dem zweiten Blepharoplasten auftreten (Fig. 67 u. 70). Vielleicht mögen sie im ersten Falle der unten behandelten Äquatorialplatte“ oder einem Zwischenkörper entsprechen, im zweiten Falle einer abnormen Teilung des zweiten Blepharoplasten ihren Ursprung verdanken.

Jeder Blepharoplast ist von einem hellen Hof umgeben, dem Kernsaftaum. Eine Kernmembran fehlt. Er zeigt bei Eisenhämatoxylinfärbung selbst bei weitgehendster Differenzierung keinerlei Struktur im Innern. Mit GIEMSA-Lösung färbt er sich tiefrot.

Der zweite Blepharoplast ist meist ebenso groß wie der erste, manchmal ist er etwas, selten bedeutend kleiner, doch kann er bis zu Centriolgröße herabsinken.

Diese Verschiedenheit in der Größe führt uns zu einer merkwürdigen Erscheinung hinüber. 30 Proz. aller Tiere besitzen nämlich nur einen Blepharoplasten. Als ich dies zum ersten Male bemerkte, meinte ich zunächst, daß die Formen mit zwei Blepharoplasten Teilungsstadien wären, doch zeigte eine genaue Untersuchung sofort die Unrichtigkeit dieser Annahme. Auf 200 Tiere kommt erst ein Teilungsstadium (kenntlich durch Mitose oder Verdoppelung des Hauptkernes).

Die Formen mit einem Blepharoplasten sind, wie das Studium der Teilungsvorgänge lehrt, Tiere, die nach der Teilung es unterlassen haben, den Blepharoplasten zu verdoppeln. Man muß annehmen, daß diese Exemplare diese Eigentümlichkeit bis zur nächsten Teilung beibehalten und so eine eigene Rasse bilden, oder daß regelmäßig von je 100 sich teilenden Tieren 30 nach der Teilung den Blepharoplasten erst spät verdoppeln, welche letztere Annahme

deshalb unwahrscheinlich ist, weil ein äußerer Anstoß hierzu fehlt, da die Tiere sich doch in ein und derselben Kultur befanden und eine innere, nämlich sexuelle Differenzierung, wegen des völligen Mangels an Befruchtungsstadien nicht anzunehmen ist. Gestützt wird die Annahme einer besonderen Rasse auch dadurch, daß man, wenn auch selten, Tiere findet, bei denen der Hauptkern sich bereits im Spindelstadium befindet, während der in Einzahl vorhandene Blepharoplast noch ungeteilt ist (Fig. 82 u. 92).

Vom ersten Blepharoplasten entspringt nun sowohl Schwimmschwanz als auch Schleppgeißel, und zwar auffälligerweise ohne Vermittlung eines Basalkornes. Der „Schnabel“ oder „Rüssel“ ist, wie ich zeigen kann, nichts anderes als eine Schwimmgeißel, deren Achsenfaden einen ungewöhnlich dicken Plasmabelag besitzt. Man sieht nämlich oft, wie vom Blepharoplasten ein feiner Faden nach vorn zieht und im Innern des „Rüssels“ verläuft, um an dessen Ende eine stumpfe Vorwölbung hervorzurufen (Fig. 65), die übrigens immer, auch wenn der Achsenfaden unsichtbar ist, wahrzunehmen ist. Es wäre auch möglich, daß das Ende des Rüssels, welches gelegentlich trompetenartig angeschwollen ist (Fig. 73), einen kleinen Trichter bildet, aus dem das Endstück des Achsenfadens frei hervorragt. Dies würde dadurch wahrscheinlich gemacht, daß das Ende des Rüssels öfters etwas aufgeheilt ist. Die Entscheidung ist hier wegen der Kleinheit des Objektes sehr schwer zu treffen und es haben beide Annahmen gleich viel für sich. Das Plasma des Rüssels ist vollkommen homogen, ist also ectoplasmatischen Ursprunges.

Die Schleppgeißel ist viel dünner, als der Rüssel, jedoch dicker als des letzteren Achsenfaden. Dies beweist, daß auch die Schleppgeißel eine Plasmahülle besitzen muß, was ja für die meisten Flagellatengeißeln gilt. Eine Plasmahülle muß auch deswegen vorhanden sein, weil ja das hintere Ende der Geißel klebrig ist, der Achsenfaden aber unmöglich irgendeine Klebemasse sezernieren kann. Die klebrige Substanz, die natürlich unsichtbar und daher nicht analysierbar ist, muß von der Plasmahülle abgesondert werden. Die Annahme, daß die Klebesubstanz vom Körper des Flagellaten abgesondert wird und an der Geißel herabwandert, ist deshalb nicht möglich, weil, wie erwähnt, nur der hintere Abschnitt der Geißel klebrig ist.

Die Schleppgeißel entspringt ebenfalls vom ersten Blepharoplasten und zeigt hierbei ein wechselndes Verhalten. Meist geht sie in rechtem oder nach aufwärts spitzem Winkel vom Blepharoplasten ab, bleibt eine kurze Strecke in dieser Richtung und biegt dann nach unten ab, manchmal um den Körper eine halbe Spirale

beschreibend. Gelegentlich jedoch entspringt sie am hinteren Pole des Blepharoplasten, gegenüber dem Ursprungsort des Axenfadens des Rüssels und geht von da direkt nach hinten ab. Dies ist besonders bei Tieren, die nur einen Blepharoplast besitzen, zu beobachten (Fig. 69, 74, 77).

Bei den zweikernigen Formen (ich will die Individuen mit 1 Blepharoplast und 1 Hauptkern als zwei-, die Individuen mit 2 Blepharoplasten und 1 Hauptkern als dreikernig bezeichnen) ist es nun ganz zweifellos, daß sowohl der Achsenfaden des Rüssels, als auch die Schleppgeißel von ein und demselben Blepharoplasten entspringen. Bei den dreikernigen wäre dies auch möglich; ebenso wahrscheinlich wäre aber auch folgende Annahme: der Achsenfaden der Schwimmgeißel könnte vom zweiten Blepharoplasten entspringend nach vorne aus oder vielmehr über dem ersten Blepharoplasten vorbei in den Rüssel gehen. Beobachtungen die dafür sprechen, sind allerdings fast gar nicht vorhanden, höchstens wäre als solche die gelegentlich auffällige Dicke der Desmose zwischen erstem und zweitem Blepharoplasten anzusehen. Da sich die Tiere bei der Konservierung immer auf die flache Seite legen, ist das angenommene Vorbeiziehen nicht wahrzunehmen. Nur eine Stütze besitzt diese Annahme: es wäre nämlich damit die funktionelle Bedeutung des zweiten Blepharoplasten erklärt.

Das Auffallende an den Blepharoplasten von *Rhynchomonas* ist das völlige Fehlen von Basalkörnern. Wegen dieses Mangels, wegen der Kleinheit und des merkwürdigen Doppelvorkommens der Blepharoplasten könnte man den Einwurf erheben, es handle sich hier gar nicht um Blepharoplasten, sondern um Basalkörner. Ich will diesen Einwurf gleich hier widerlegen. Ich gebe zu, daß das Vorkommen von Blepharoplasten ohne Basalkörner fast nirgends beschrieben wurde und auch sehr auffällig ist. Doch läßt sich dies befriedigend erklären (siehe unten). Übersehen habe ich Basalkörner sicherlich nicht. Ich habe tausende von Tieren bei allen möglichen Differenzierungsgraden untersucht und nie Basalkörner gefunden. Außerdem war bei einer gleichzeitig in der Kultur vorkommenden Monade das Basalkorn sehr gut gefärbt. Die Kleinheit der Blepharoplasten ist kein Grund zur Annahme, es seien Basalkörner. Wohl gibt es viele Basalkörner, die ebensogroß oder sogar größer sind, als diese Blepharoplasten; doch ist z. B. bei *Prowazekia minima* (KLEBS, ALEXEIEFF em.) der Blepharoplast ebensogroß wie bei *Rhynchomonas nasuta*.

Demgegenüber habe ich viel gewichtigere Gründe für die Ble-

pharoplastennatur dieser Gebilde anzuführen. Erstens ist ein deutlicher Kernsafttraum sichtbar, eine Bildung, die bei Basalkörnern nie vorkommt. Zweitens sprechen hierfür die Färbereaktionen. Noch nie habe ich gesehen, daß ein Basalkorn sich mit basischen Farbstoffen färbt, wie die Blepharoplasten in unserem Falle. Basalkörner sind bekanntlich acidophil.

Rhynchomonas besitzt also zweifellos echte Blepharoplasten, ist also ein Binucleat.

Teilung. Teilungsstadien waren nicht häufig anzutreffen. Immerhin konnte ich nach eifrigem Suchen eine hinlängliche Anzahl von sich in Teilung befindlichen Individuen auffinden, die mir die hauptsächlichsten Stadien der Teilung zeigten.

Zunächst werde ich die Teilung einer dreikernigen Form schildern weil dann die Verhältnisse bei der zweikernigen ohne weiteres verständlich sind. Die Teilungsart des Hauptkernes ist Caryokinese. Ein Stadium kam mir zu Gesicht, welches eventuell Amitose darstellen könnte, doch fehlten weitere Stadien (Fig. 79).

Die erste Veränderung, die man bemerkt, ist, wie bei den meisten Flagellaten, die Prophase der Kernteilung. Bei der überaus geringen Größe des Kernes sind naturgemäß dem Eindringen in die Details der Kernteilung bald Grenzen gezogen. Immerhin läßt sich folgendes erkennen.

Aus dem Caryosom des Hauptkernes tritt das Centriol (ob in Doppelform oder nur in Einzahl, konnte ich nicht entscheiden) aus und dringt bis zur Kernmembran, wo es sich teilt (Fig. 80, 81). Das nächste Stadium ist das der Kernspindel. Aus den oben angeführten Gründen ist die Bildung der Spindel nicht wahrnehmbar. Das Spindelstadium scheint lange anzuhalten, wie wegen seines öfteren Vorkommens zu schließen ist. Die Kernmembran ist erhalten geblieben, der Kern ist oval geworden; in seiner Längsachse liegt die Spindel, die an ihren Polen die Centriolen trägt. Spindelfasern sind begreiflicherweise nicht zu sehen. Im Äquator befindet sich ein stark siderophiler Klumpen, die Äquatorialplatte, die dem Caryosom entspricht. Das Außenchromatin ist an der Bildung der Äquatorialplatte nicht beteiligt, da es vor der Teilung verschwindet, es ist also als rein trophisches Außenchromatin zu bezeichnen.

Nun verdoppelt sich die Äquatorialplatte und die Teilstücke werden auseinandergezogen, wobei sie sich tropfenartig abrunden.

Schon während, oder gelegentlich vor oder nach der Vorbereitung des Kernes zur Teilung wandern die beiden Blepharoplasten auseinander, so daß der hintere schließlich ans hintere Körperende zu

liegen kommt (Fig. 79). Die Centrodese zwischen ihnen bleibt noch immer erhalten; die Centrodese zwischen Kern und Blepharoplast verschwindet alsbald nach dem Beginn des Auseinanderwanderns der Blepharoplasten. Die Schleppgeißel verschwindet ebenfalls bei Beginn der zuletzt beschriebenen Umlagerungen. Der Rüssel hingegen bleibt noch immer bestehen, kann aber in manchen Fällen schon jetzt verschwinden (er wird wahrscheinlich eingezogen).

Im Bau des Plasmas zeigen sich keinerlei Besonderheiten, wie sie z. B. bei *Prowazekia*-Arten auftreten.

Kehren wir nun zum Kern zurück. Was nach der Teilung der Äquatorialplatte und nach der Abrundung der Tochterplatten, wenn man diese Gebilde so nennen darf, geschieht, ist mir nicht bekannt. Das nächste Stadium, das mir zu Gesicht kam, zeigte eine bereits abgeschlossene Kernzerschnürung, und die beiden Tochterkerne waren bereits ziemlich weit voneinander entfernt und durch eine Art Faserung, wie sie bei Trypanosomen und Prowazekien auftritt, miteinander verbunden.

Jetzt verschwindet der Rüssel und die Desmose zwischen Blepharoplast und Kern wird wieder aufgenommen resp. neugebildet. Die Desmose zwischen den beiden Blepharoplasten ist geschwunden.

Wie die Anaphase des Kernes stattfindet, habe ich nicht sehen können. Es könnte sowohl eine Längsstreckung des Kernes wie bei *Prowazekia* oder eine abrupte Zerschnürung wie bei manchen Amöben (siehe oben) eintreten.

Nach vollendeter Kernteilung beginnt die Zellteilung, indem sich die Zelle in bekannter Weise einschnürt. Jetzt werden auch die Geißeln wieder ausgebildet, wie schon KLEBS und PARISI zeigten.

Nach der Zertrennung der Tiere teilt sich der Blepharoplast in zwei Stücke. Dies geschieht durch Längsstreckung und Einschnürung, worauf die beiden Teilstücke zunächst im gemeinsamen Kernsafttraume verbleiben. Erst später rücken die Teilstücke weiter auseinander und teilen so den Kernsaftraum. Gelegentlich wurden Äquatorialplattenähnliche Strukturen gesehen. Ob dieselben auf zufällig vorhandene Körnelungen, auf Zwischenkörper oder auf wirkliche Äquatorialplatten, die von den Polkappen, wie man in diesem Falle die Tochterblepharoplasten zu nennen hätte, abgefließen sind, zurückzuführen sind, läßt sich aus bereits erwähnten Gründen nicht feststellen. Ein Stadium, das mir zu Gesicht kam, zeigt z. B. auffallende Ähnlichkeit mit den entsprechenden Kernteilungsstadien von *Monocercomonas* oder *Adelea ovata*, wie sie von JOILLOS beschrieben wurden (Fig. 94).

Die Teilung der zweikernigen Form verläuft fast genau so wie die der dreikernigen; ich habe mehrere Teilungsstadien dieser Form zu Gesicht bekommen. Ihr Charakteristikum ist, daß man neben einer Kernspindel nur einen Blepharoplasten oder ein Teilungsstadium eines solchen antrifft (Fig. 82 u. 92). Wenn der Teilungsvorgang des Blepharoplasten abgeschlossen ist, kann man natürlich nicht entscheiden, welche Rasse, ob die zwei- oder dreikernige, hier vorliegt.

Die Cysten zeigen nichts besonderes. Ihre Membran ist, wie oben erwähnt, ziemlich zart; sie läßt Farbstoffe mit Leichtigkeit durch. Kern und Blepharoplasten sind gut sichtbar. Das Plasma ist etwas vacuolenärmer als das der freibeweglichen Tiere.

3. Allgemeiner Teil.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Der Kern von *Rhynchomonas nasuta* ist ein Caryosomkern vom ersten Typus HARTMANN's, mit rein trophischem Außenchromatin.
2. Außer dem Kern besitzt *Rhynchomonas* noch zwei Blepharoplasten, ist also zur Flagellatenordnung der Binucleaten zu zählen.
3. Die Geißeln entspringen vom Blepharoplasten ohne Vermittlung von Basalkörnern.
4. Der sogenannte Rüssel ist eine Geißel, deren Achsenfaden von einer dicken Plasmaschicht bedeckt ist.
5. Außer der Form, die zwei Blepharoplasten besitzt, kommt auch eine mit nur einem Blepharoplasten vor.

Diese Befunde ergänzen nun auch sowohl die Gattungs- als auch die Artdiagnose von *Rhynchomonas*. Die erstere hat also folgendermaßen zu lauten: *Rhynchomonas* (KLEBS): Zelle oval bis eiförmig, etwas abgeplattet, 2—6 μ lang, 1—3 μ breit, Schwimmgeißel vom Plasma dick bekleidet, körperlang; Schleppgeißel circa doppelt so lang. Bewegung kriechend und wackelnd. Blepharoplast meist in Zweizahl vorhanden. Mesosaprob. Auf Agar-Agarkulturen sehr gut gedeihend.

Im folgenden werde ich es versuchen, meine Befunde, die mir einiges Licht auf die Phylogenie des Blepharoplasten zu werfen scheinen, in diesem Sinne zu deuten.

Wie HARTMANN und CHAGAS in den „Flagellatenstudien“ ausgeführt, finden wir bei den Flagellaten 4 Haupttypen der Geißelinsertion.

Erster Typus: Die Geißel entspringt vom Kern selbst.

Zweiter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, das mit dem Kern durch einen Rhizoplasten verbunden ist, der später verschwinden kann.

Dritter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, welches seinerseits mit dem lokomotorischen Kern oder Blepharoplasten verbunden ist.

Vierter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, das durch einen Rhizoplasten mit einem zweiten, vom Kerne unabhängigen Basalkorn in Verbindung steht.

Die drei ersten Typen repräsentieren Stufen einer phylogenetischen Entwicklung. Das Basalkorn der Flagellaten ist zweifellos ein Centriol. Man muß aber diejenigen Basalkörner davon abtrennen, die als bloße Verdickungen der Pellicula aufzufassen sind. Als solches Basalkorn ist wahrscheinlich das von *Cercomonas parva* HARTM. et CHAG. aufzufassen. Charakteristisch für solche Pseudobasalkörner ist es, daß sie meist in der Pellicula selbst liegen. Kehren wir nun zu den eigentlichen Basalkörnern, deren Centriolnatur festgestellt ist, zurück.

Das Centriol des Caryosoms muß als der ursprüngliche Ausgangspunkt einer Geißel angesehen werden; die Zelle besitzt demnach nur 1 Centriol. Vielleicht ist dieses Stadium bei *Cercomonas parva* und bei gewissen Mastigamöben (*M. invertens*) anzutreffen. In der nächsten Stufe teilt sich das Centriol und ein Teilstück tritt als Basalkorn an die Kernmembran, diese meist zu einem Kegel ausziehend. Dies findet sich bei Rhizomastiginen und *Cercobodo*-Arten.

Die Geißelinsertion der zweiten Stufe ist die bei weitem am häufigsten vorkommende. Das Centriol (= Basalkorn) ist bereits aus dem Kern ausgetreten und sitzt nun mehr oder weniger tief im Plasma, mit dem Centriol des Kernes durch eine Centrodesmose, hier Rhizoplast genannt, verbunden. Die Zelle besitzt also hier im einfachsten Falle 2 Centriolen. Das Basalkorn kann sich verdoppeln. Gelegentlich schwindet der Rhizoplast und es läßt sich von diesem Typus der Euglenentypus ableiten, bei dem die Basalkörner ihre Centriolfunktion aufgegeben haben und mit dem Kern gar nicht in Verbindung stehen. HARTMANN und BERLINER deuten die Sache zwar anders: es soll nur das obere Basalkorn der Euglenengeißel das echte Basalkorn sein und das Stück zwischen oberem und unterem Basalkorn einem Rhizoplasten entsprechen; doch glaube ich, daß dies nicht zutrifft.

Die dritte Stufe zeigt uns die höchste Komplikation, die durch Arbeitsteilung eingetreten. Sie besteht bekanntlich in der Aus-

bildung eines lokomotorischen Kernes und findet sich bei den Binucleaten. Auch hier lassen sich mehrere Typen des Verhaltens von Blepharoplast, Basalkorn und Kern zueinander unterscheiden.

Der erste findet sich bei den Trypanosomen, Hämosporidien (mit Ausschluß der Babesien) und Trypanoplasmen. Diese besitzen eine (resp. 2) Geißel, die von einem (resp. 2) Basalkorn entspringt, welches entweder dem Blepharoplasten direkt aufsitzt oder von ihm etwas entfernt ist, in jedem Falle aber mit einem Centriol, das im Caryosom des Blepharoplasten liegt, durch eine Centrodosome in Verbindung steht. Dieses Centriol fungiert als Teilungsorgan des Blepharoplasten; die Teilungsfigur ist eine Spindel mit Äquatorialplatte. Dies wurde von SCHAUDINN, ROSENBUSCH, CHAGAS, JOLLOS u. a. gezeigt. Die Zelle besitzt also in diesem Falle 3 Centriolen: eines im Hauptkern, eines im Kinetonucleus und das Basalkorn. Ein viertes wäre bei allen Flagellaten an der Spitze der Geißel zu suchen, die als Centrodosome aufzufassen wäre (nach SCHAUDINN u. a.).

Der zweite Typus findet sich bei *Herpetomonas* und Verwandten und bei *Prowazekia*. Das Basalkorn fungiert hier als Teilungsorgan des Blepharoplasten, wie von WENYON für *Herpetomonas muscae domesticae* und von mir vor kurzem für *Prowazekia josephi* gezeigt wurde. WENYON leugnet überhaupt das Vorhandensein eines Centriols im Blepharoplasten, was ich für zu weit gegangen halte. Ich glaube, daß ein Centriol wohl im Blepharoplasten enthalten ist, aber als Teilungsorgan nicht mehr fungiert, sondern diese Rolle an das Basalkorn abgegeben hat.

In beiden Fällen, beim ersten und zweiten Typus, enthält der Blepharoplast nicht nur lokomotorische und trophische, sondern auch generative Substanz (nachgewiesen von PROWAZEK u. ROSENBUSCH für *Tr. lewisi* und *Herpetomonas* m. d. und von KEYSSELITZ für *Trypanoplasma borelli*).

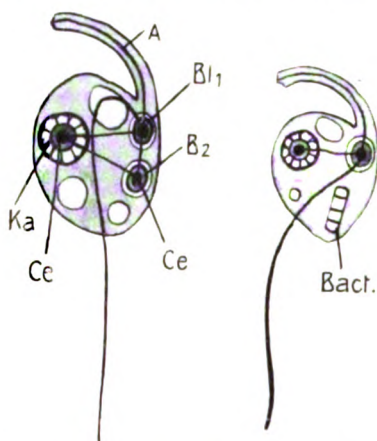
Der dritte und letzte Typus ist dadurch charakterisiert, daß die Geißel von einem echten Blepharoplasten ohne Vermittlung eines Basalkornes entspringt. Dieser Typus, der eigentlich an erster Stelle hätte angeführt werden sollen, bildet den Übergang vom zweiten zum dritten Haupttypus, vom Typus mit einem Kern und 1 oder 2 Basalkörnern zum Typus mit 1 Kern, 1 Blepharoplast und 1 oder 2 Basalkörnern. Als Vertreter dieses Typus ist *Rhynchomonas* anzusehen.

Als Form, die in der phylogenetischen Reihe *Rhynchomonas* vorausgeht, haben wir eine solche anzusehen, die einen Kern und ein Basalkorn besitzt, etwa eine *Bodo*-artige Form. Dieses Basal-

korn nimmt nun bei seiner Entstehung (aus dem Kern der Zygote, wie SCHAUDINN für *Haemoproteus*, v. PROWAZEK für *Tr. lewisi* gezeigt) aus dem Hauptkern etwas Chromatin mit, welches sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung immer mehr: Das Basalkorn wird zu einem chromatinhaltigen, kernartigen Gebilde. Von diesem Problepharoplasten, wie wir ihn nennen wollen, entspringen also entweder 1 oder 2 Geißeln. Das Basalkorn ist zugleich Teilungscetriol des Problepharoplasten. Als Problepharoplast ist also ein Gebilde zu definieren, welches aus einem Centriol mit einer chromatischen

Rinde besteht, welches Centriol zugleich Ursprungsort einer oder mehrerer Geißeln ist.

Rhynchomonas besitzt nun Problepharoplasten, die Geißeln entspringen von einem chromatischen, basophilem Körper, ohne Vermittlung eines Basalkornes, wie ich oben auseinandergesetzt. Bei *Rhynchomonas* hat der so einfache Typ des Probinucleaten, wie man diesen Flagellatentypus nennen könnte, dadurch eine Komplikation erfahren, daß der Problepharoplast verdoppelt ist. Ich bin geneigt, dies nicht als funktionelle Anpassung, als Arbeitsteilung aufzufassen, eine Möglichkeit die ich oben erörtert habe, sondern es ist



Textfig. C. *Rhynchomonas nasuta*.
Organisationsschema. Vergr. 5000 $\times$.
A = Achsenfaden. Bl = Blepharoplast.
C = Centriol. Ka = Caryosom.
Bact = gefressene Bakterie.

diese Verdopplung wahrscheinlich als eine äußerst frühzeitige Vorbereitung zu der viel später erfolgenden nächsten Teilung anzusehen; ähnlich wie bei der Teilung der Metazoenzelle das Centriol bereits in der Ana- oder Telophase sich verdoppelt, um während der ganzen Ruheperiode der Zelle, die auf den Teilungsakt folgt, in Vorbereitung für die nächst folgende Teilung als Diplosom in der Zelle zu bestehen.

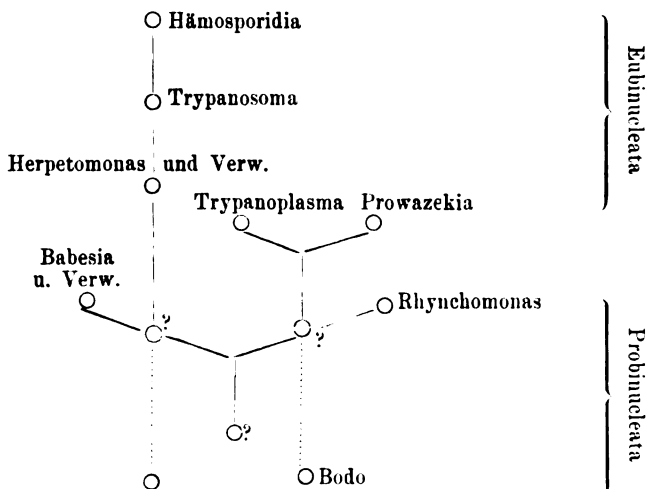
Vielleicht sind auch die Babesien und Verw. als Probinucleaten aufzufassen, soviel ich, da ich das Objekt aus eigener Anschauung nicht kenne, aus den diesbezüglichen Arbeiten entnehme. Der Blepharoplast ist hier sehr klein und bei den begeißelten Formen scheint (nach BREINL u. HINDLE) kein Basalkorn zwischen Geißel und Blepharoplast geschaltet zu sein. Wenn ferner DOBELLS Dar-

stellung der Teilung von *Trichomonas batrachorum* richtig ist (was von HARTMANN bestritten wird)¹⁾, so hätten wir auch dieser Form einen Problepharoplasten zuzuschreiben. Allerdings wäre dann die Binucleatengruppe polyphyletisch.

Im weiteren Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung wird durch weitere Arbeitsteilung der Problepharoplast zum Blepharoplast, indem das Centriol des Problepharoplasten sich teilt und das eine Teilstück als Basalkorn der Geißel aus dem Blepharoplasten austritt, während das andere in ihm verbleibt.

Wir hätten also die Ordnung der Binucleaten in zwei Unterordnungen einzuteilen: 1. Probinucleata mit Rhynchomonadidae u. ev. Babesien, 2. Eubinucleata mit Trypanosomen, Hämosporidien, *Herpetomonas* und *Prowazekia*.

Ob die Ordnung mono- oder polyphyletisch ist, ist unklar. Ersteres könnte wohl der Fall sein, doch ist aber jedenfalls schon frühzeitig eine Spaltung in zwei Gruppen eingetreten, in die ein- und in die zweigeißeligen Formen. *Babesia* wäre dann in die Nähe der Wurzel der einen Gruppe als etwas abgeleitete Form zu stellen, *Rhynchomonas* über die Wurzel der anderen. Das System der Binucleaten würde sich demnach folgendermaßen gestalten:



Die Ausbildung eines Blepharoplasten ist wahrscheinlich als funktionelle Anpassung, vielleicht an das parasitische Leben, zu betrachten. Ob man *Trypanoplasma* von *Prowazekia*, oder letztere von

¹⁾ Auch neuerdings von KUCZYNSKI widerlegt.

Trypanoplasma ableiten soll, ist unklar; im letzteren Falle wäre *Prowazekia* eine sekundär saprophytisch gewordene Form, wofür auch ihr Vorkommen im Rektum des Menschen spräche. Ich habe beide vorläufig nebeneinander gestellt. Was das Verhalten von *Bodo* zu *Prowazekia* betrifft, so wäre es möglich, daß die Reihe von *Bodo* über *Rhynchomonas* zu *Prowazekia* resp. *Trypanoplasma* geht, wie es DOFLEIN darstellt; dann wäre aber die Ordnung Binucleata bi- ev. polyphyletisch, da sich ein *Trypanosoma* von *Bodo* schwerlich ableiten läßt. Ich habe auch diese Möglichkeit in meinem Stammbaum berücksichtigt.

An dieser Stelle sei auch eine Theorie berührt, die sich mit der Phylogenie des Blepharoplasten beschäftigt, nämlich die von ALEXEIEFF (1911).

Dieser Autor deutet zwar in unbestimmten Zügen eine Entwicklung des Blepharoplasten, ähnlich wie ich sie hier ausführlich geschildert habe, an, legt aber in seiner Arbeit das Hauptgewicht auf die angebliche Homologie des Stigmas der Euglenoiden mit dem Kinetonucleus der Binucleaten. Er geht dann soweit, daß er letzteren für ein funktionslos gewordenes Stigma und die Euglenoiden, speziell die Astasiiden für die Stammformen der Binucleaten und aller möglichen anderen Protozoen erklärt. Seine Argumente sind folgende: 1. Das Stigma der Euglenoiden steht mit dem Geißelapparat in Verbindung, so auch der Blepharoplast; 2. befindet es sich neben dem Reservoir der kontraktilen Vakuole, so auch der Blepharoplast; 3. gilt es für ALEXEIEFF als zweifellos, daß das Stigma aus dem Kern entstanden ist, so auch der Blepharoplast; 4. soll die Mitose der Binucleaten, besonders die der Trypanosomen, eine Haplomitose nach Euglenentypus sein; 5. tritt sowohl bei Euglenoiden, als auch bei Binucleaten hereditäre Infektion auf.

Bevor ich diese Argumente widerlege, möchte ich feststellen, daß sich bei ALEXEIEFF eine Begriffsverwirrung eingestellt hat, indem nämlich ALEXEIEFF das Stigma, also den Klumpen roten Pigments mit der knotenförmigen Anschwellung der Geißel, die in gleicher Höhe mit ersterem liegt, verwechselt. Er meint augenscheinlich bald das eine, bald das andere. 1. Die Verbindung des Stigmas mit dem Geißelapparat ist eine ganz andere, als die des Blepharoplasten. Das Stigma liegt über den Basalkörnern, der Blepharoplast unter ihnen. Die Beziehung des Stigmas zur Geißel ist eine ersichtlich sekundäre, indem das Stigma bei manchen Formen überhaupt nicht mit der Geißel in Verbindung steht, bei anderen überhaupt fehlt. 2. Neben dem Blepharoplasten befindet sich tat-

sächlich oft eine Vacuole, die aber nicht immer kontraktile ist, was bei den Euglenen der Fall ist.¹⁾ 3. Die Entstehung des Stigmas aus dem Kern ist zwar wahrscheinlich, aber noch nicht bewiesen; selbst dann ist die Entstehung aus demselben Ort kein Beweis für Homologie, sonst wäre das Stigma homolog mit Pyrenoiden, Nucleolen, Chromidien usw. 4. Die Mitose der Binucleaten ist keine Haplomitose, wie ROSENBUSCH, HARTMANN, CHAGAS, WENYON u. a. gezeigt haben. 5. Hereditäre Infektion ist kein verwandtschaftliches Merkmal, sonst wären die Spirochäten ebenfalls mit den Euglenoiden verwandt. Daher kann die Schlußbemerkung ALEXEIEFF's: „En somme on retrouve chez les Binucleates les caractères „Eugléniens“ suivants: stigma, division nucléaire (haplomitose), infection héréditaire, métabolisme“ nicht zu Recht bestehen. Vielmehr glaube ich den Weg, den die Entwicklung des Blepharoplasten genommen hat, mit der Klarlegung der phylogenetischen Bedeutung von *Rhynchomonas* festgestellt zu haben.

Literaturverzeichnis.

A. Amöben.

- ALEXEIEFF, A.: Sur les caractères cytologiques et la systematique des Amibes du groupe limax etc. Bull. de la Soc. Zool. de France 1912 Vol. 37.
- : Sur le stade flagellé dans l'évolution des Amibes limax. I. Stade flagellé chez *Amoeba puncta* DANGEARD. C. R. de la Soc. de Biol. Paris Tome 72.
- ARAGAO, H. DE BEAUREPAIRE: Sobre a *Amoeba diplomitotica* n. sp. Contribuição para o estudo da divisão nuclear nas amebas. Mem. do Inst. Osw. Cruz Manguinhos Rio de Janeiro Vol. 1 p. 33.
- ARNDT, A.: Über generative Vorgänge bei *Amoeba chondrophora* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 34 p. 39.
- CALKINS, G. N.: Evidences of a sexual cycle in the life history of *Amoeba proteus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 1.
- CHATTON, E.: Protozoaires parasites des branchies des labres: *Amoeba mucicola* etc. Arch. Zool. exp. et gener. Ser. 5 Vol. 5 No. 6 p. 239.
- : Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amöbiens. Faits et théories. Ibid. Vol. 45 1910 p. 267.
- DOBELL, C. C.: Researches on the intestinal Protozoa of frogs and toads. Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol 53 p. 202.

¹⁾ Übrigens erklärt ALEXEIEFF selbst zwei Jahre später in einer vorläufigen Mitteilung, daß diese Vacuole der Trypanosomen (le corpuscle preblépharoplastique) das „Chromidium“ der Trypanosomen sei.

- DOFLEIN, F.: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen: V. Amöbenstudien. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1907 p. 249.
- : Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. 1911 Jena.
- ELMASSIAN, M.: Sur l'Amoeba blattae. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 p. 143.
- ERDMANN, RH.: Depression und fakulative Apogamie bei Amoeba diploidea. Festschr. z. 60. Geb. v. R. HERTWIG Bd. I p. 325.
- GLÄSER, H.: Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben; zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 p. 27.
- : Kernteilung, Encystierung und Reifung von Amoeba mira n. sp. Ibid. Bd. 27 p. 172.
- HARTMANN, M.: Eine neue Dysenterieamöbe Entamoeba tetragena VIERECK syn. E. africana HARTMANN. Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene. Bd. 12 Beiheft 5.
- : Über eine neue Darmamöbe Entamoeba testudinis n. sp. Mem. do Inst. Osw. Cruz Vol. 2 p. 3.
- : Untersuchungen über parasitische Amöben: I. Entamoeba histolytica SCHAUD. Arch. f. Protistenk. Bd. 18 p. 207.
- HARTMANN u. CHAGAS, C.: Über die Kernteilung von Amoeba hyalina DANGEARD. Mem. Inst. Osw. Cruz Vol. 2 p. 159.
- HARTMANN u. PROWAZEK, S. v.: Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 p. 306.
- JANICKI, C.: Über Kern und Kernteilung bei Entamoeba blattae BÜTSCHLI. Biol. Centralblatt Bd. 29.
- LISTON and MARTIN: Study of pathogenic Amoebae from Bombay. Quart. Jour. of Micr. Sci. Vol. 57.
- LOEWENTHAL, W.: Beiträge zur Kenntnis des Basidiobolus lacertae EIDAM. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 364.
- MACKINNON, D. L.: Observations on Amoeba from the intestine of the crane fly etc. Arch. f. Prot. Bd. 32 p. 267.
- MERCIER, L.: Contribution à l'étude de l'Amibe de la blatte (Entamoeba blattae BÜTSCHLI). Arch. f. Protistenk. Bd. 20 p. 143.
- *METCAFF, M. M.: Studies upon Amoeba. Journ. of exp. Zool. Vol. 9. Referat in: Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
- NÄGLER, K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 p. 1.
- : Studien über Protozoen aus einem Almtümpel. I. Amoeba hartmanni n. sp. Anhang zur Centriolfrage. Ibid. Bd. 22 p. 56.
- : Kern und Centriolteilung von Amöben. Ibid. Bd. 26 p. 435.
- : Fakultativ parasitische Micrococci in Amöben. Ibid. Bd. 19 p. 246.
- POPOFF, M.: Über den Entwicklungscyclus von Amoeba minuta n. sp. Ibid. Bd. 22, p. 197.
- PROWAZEK, S. v.: Entamoeba buccalis. Arb. Kais. Ges. Amt Bd. 21, p. 42.
- SCHAUDINN, F.: Über Kernteilung mit nachfolgender Zellteilung von Amoeba crystalligera GRUBER. Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Berlin 1894 p. 1029.
- : Über die Teilung von Amoeba binucleata. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat. Fr. Berlin 1895 p. 30.
- SCHREPTIEFF, A.: Amöbenstudien. Zool. Jahrb. Bd. 29.
- SCHUBOTZ, H.: Beiträge zur Kenntnis der Amoeba blattae (BÜTSCHLI) und Amoeba proteus (PALL.). Arch. f. Protistenk. Bd. 6 p. 1.

- SWELLENGREBEL, N. H.: Notiz über eine neue freilebende Amöbe, *Amoeba salteti* n. sp. Ibid. Bd. 19 p. 157.
- VAHLKAMPF, E.: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von *Amoeba limax*, einschließlich der Züchtung auf künstlichem Nährboden. Ibid. Bd. 5 p. 167.
- WASIELEWSKI, Th. u. HIRSCHFELD, L.: Untersuchungen über Kulturarämben. Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Heidelberg 1910.
- WENYON, C. M.: Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1907 p. 169.
- WHERRY, Wm. B.: Studies on the Biology of an *Amoeba* of the *Limax* group: *Vahlkampfia* sp. No. 1. Ibid. Bd. 31 p. 77.
- WHITMORE, E.: Studien über Kulturarämben aus Manila. Ibid. Bd. 23, p. 81.

B. Flagellaten.

- ALEXEIEFF, A.: Le parasitisme des Euglémiens et la phylogénie des Sporozoaires sensu stricto. Arch. d. Zool. exp. et gen. Notes et revues. Ser. 5 Tome 10 1912 p. LXXII.
- : Homologie entre le Stigma des Euglémiens et le kinetonucleus des Flagellés binucleates. Ibid. p. LXVI.
- : Notes sur les Flagellés. Ibid. Tome 6 1911 p. 491.
- : A propos du corpuscle preblepharoplastique chez les Trypanosomes (Reponse a M. Roudsky). Arch. f. Protistenk. Bd. 30 p. 322.
- AWERINZEW, S.: Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten. Zool. Anz. Bd. 31.
- BEAUCHAMP, P. DE: *Astasia captiva* n. sp. Euglénién parasite de *Catenula lemnae* ANT. DUG. — Arch. d. Zool. exp. et gen. Tom 6 1911.
- BĚLAŇ, K.: Bau und Vermehrung von *Prowazekia josephi* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 35 p. 103.
- BERLINER, E.: Flagellatenstudien. Ibid. Bd. 15 p. 297.
- BÜTSCHLI, O.: Mastigophora in BRONN's Kl. u. Ordn.
- : Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30.
- CHAGAS, C.: Über eine neue Trypanosomiasis des Menschen. Studien über Morphologie und Entwicklungscyclus des *Schizotrypanum cruzi* n. gen., n. sp., Erreger einer neuen Krankheit des Menschen. Mem. do Inst. Osw. Cruz Rio de Janeiro-Manguinhos Vol. 1 p. 159.
- DANGEARD, P. A.: Recherches sur les Euglémiens. Le Botaniste 1901 p. 97.
- : Etudes sur le developpement et la structure des organismes inférieurs. Ibid. 11. Serie 1910.
- DOBELL, C. C.: The structure and life history of *Copromonas subtilis* n. g., n. sp., a contribution to our knowledge of the Flagellata. The Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol. 52.
- FISCH, C.: Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42 p. 47.
- GRIESSMANN, K.: Über marine Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 32 p. 1.
- HAASE, G.: Studien über *Euglena sanguinea*. Ibid. Bd. 20 p. 47.
- HARTMANN, M. u. CHAGAS, C.: Flagellatenstudien. Mem. Inst. Osw. Cruz. Vol. 2 p. 64.
- HARTMANN, M. u. SCHÜSSLER, H.: Flagellata. in: Handwörterb. d. Naturwiss. 1913 Bd. 3.

- JOLLOS, V.: Multiple Teilung und Reduktion bei *Adelea ovata* (A. SCHNEIDER). Arch. f. Protistenk. Bd. 15 p. 249.
- : Ban und Vermehrung von *Trypanoplasma helices*. Ibid. Bd. 21 p. 103.
- : Studien über parasitische Flagellaten. I. *Monocercomonas cetoniae* n. sp. Ibid. Bd. 23.
- KEUTEN, J.: Die Kernteilung von *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60 p. 215.
- KEYSELITZ, G.: Über *Trypanophis grobbeni* (*Trypanosoma grobbeni* POCHÉ). Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 367.
- : Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanoplasma borreli* LAV. et MESN. Ibid. Bd. 7 p. 1.
- : Studien über Protozoen. Ibid. Bd. 11 p. 381.
- : Die Entwicklungsgeschichte von *Myxobolus pfeifferi*. I. u. II. Ibid. p. 252 u. 276.
- KHAWKINE, W.: Recherches biologiques sur l'*Astasia ocellata* et l'*Euglena viridis*. Annales sci. nat. ser. 6 Tome 19, ser. 7 Tome 1.
- KLEBS, G.: Flagellatenstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55 p. 265.
- LEMMERMANN, E.: Protomastiginae, Panstomatinae, Distamatinae. In: PASCHER'S Süßwasserflora Deutschlands Heft 1 1914.
- : Eugleninae. Ibid. Heft 2 1913.
- MOROFF, TH.: Beiträge zur Kenntnis einiger Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 126.
- NÄGLER, K.: Caryosom und Centriol beim Teilungsvorgang von *Chilodon uncinatus*. Ibid. Bd. 24 p. 142.
- PARISI, B.: Su alcuni flagellati endoparassiti. Ibid. Bd. 19 p. 232.
- PROWAZEK, S. v.: Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 21 p. 1.
- : Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 195.
- : Die Kernteilung des Entosiphon. Ibid. p. 325.
- : Studien zur Biologie der Protozoen. VI. Ibid. Bd. 31 p. 47.
- ROSENBUSCH, F.: Trypanosomenstudien. Ibid. Bd. 15 p. 263.
- SENN, G.: Oxyrrhis, Nephroselmis und einige Euflagellaten, nebst Bemerkungen über deren System. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 97 p. 605.
- STEIN, F.: Der Organismus der Infusionstiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geißelinfusorien.
- STEUER, A.: Über eine Euglenoide (*Eutreptia*) aus dem Canale Grande von Triest. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 126.
- STOKES, A.: A preliminary contribution towards a history of the Freshwater-Infusoria of the United States. Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc. 1888 Vol. 1.
- WAGER, H.: On the eyespot and flagellum in *Euglena viridis*. Journ. of Linnaean Soc. Zool. Vol. 27.
- WASIELEWSKI u. KÜHN, A.: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog. Bd. 38 p. 253.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind mit REICHERT's Apochromat-Ölimmersion 1,35 n. Ap. und REICHERT's Comp. Oc. 18 mit dem ABBE'schen Zeichenapparat nach Eisen-hämatoxylinpräparaten entworfen. Wo kein besonderer Vermerk dabei steht, beträgt die Vergrößerung 3800 linear.

Tafel 2.

Amoeba diplogena.

- Fig. 1. Vegetatives Stadium, kriechend, Centriol.
 Fig. 2. Teilungstypus I. Metaphase. Chromosomen im Caryosom, Äquatorialplatte, Centriolen, Centrodesmose.
 Fig. 3. Vollendete Kernteilung des ersten Typus. Im Entoplasma zwei gefressene Bakterien.
 Fig. 4. Anaphase der Teilung II. Pseudopodien wohl ausgebildet. Streifung der Äquatorialplatte zu sehen.
 Fig. 5. Telophase von Teilung II. Unterer Kern etwas weiter vorgeschritten. Oben Polkappe abgeplattet, unten Beginn der Vereinigung mit dem Kern.
 Fig. 6. Desgl. Vorgeschrittenes Stadium.
 Fig. 7. Zellteilung.
 Fig. 8. Kern mit umgebender Plasmapartie. Stark entfärbt.
 Fig. 9. Kern in cyclischer Veränderung (?).
 Fig. 10. Kern.
 Fig. 11. Kern mit Balkenstruktur.
 Fig. 12—15. Gemeinschaftliche Prophase.
 Fig. 16—22. Teilungstypus I (als Endstadium ist Fig. 3 anzusehen).
 Fig. 23—27. Teilungstypus II (Fortsetzung in Fig. 4—6).
 Fig. 12. Centriolteilung.
 Fig. 13. Desgl.; Längsstreckung des Caryosoms.
 Fig. 14 u. 15. Balkenbildung des Chromatins. Centrodesmose.
 Fig. 16. Heteropolie der Promitose.
 Fig. 17 u. 18. Metaphase; Äquatorialplatte gestrichelt; in 17. Centriolen.
 Fig. 19. Stärkere Einschnürung des Caryosoms. Heteropolie.
 Fig. 20. Längsstreckung des Caryosoms, Centriole sichtbar, Teilung der Äquatorialplatte.
 Fig. 21. Weiter vorgeschrittenes Stadium. Centriolen, Centrodesmose.
 Fig. 22. Einschnürung des Kernes.
 Fig. 23. Auftreten der Äquatorialplatte im Caryosom.
 Fig. 24. Polkappen ausgebildet.
 Fig. 25. Desgl. Centriol unten sichtbar.
 Fig. 26. Abrundung der Polkappen. Centrodesmose.
 Fig. 27. Teilung der Äquatorialplatte. Centriolen, Centrodesmose.

Tafel 3.

- Fig. 28—60. *Astasia levis*. Fig. 61—95. *Rhynchomonas nasuta*.
 Fig. 28. *Astasia levis*. Vegetatives Stadium. 1500 fach.
 Fig. 29—31. Kernteilung in 29. Verdoppelung der Geißeln. 1500 fach.
 Archiv für Protistenkunde. Bd. XXXVI.

- Fig. 32. Beginn der Zellteilung. 1500 fach.
 Fig. 33–35. Zellteilung. 1500 fach.
 Fig. 36. Vorderende bei starker Vergrößerung. Cystostom, Cytopharynx, Reservoir, Geißelwurzel, Basalkörner, Plasmastruktur; Lininnetz im Kern.
 Fig. 37 u. 38. Kerne mit Centriol im Caryosom.
 Fig. 39. Centriol elektiv gefärbt; Lininnetz von der Kernmembran abgehoben.
 Fig. 40. Vorzeitige Ausbildung von Chromospiren?
 Fig. 41. Teilung des Centriols. Centriol elektiv gefärbt.
 Fig. 42 u. 43. Desgl., Bildung der Chromospiren.
 Fig. 44 u. 45. Streckung des Caryosoms. Centrodese.
 Fig. 46–49. Metaphase.
 Fig. 50. Anaphase. Teilung der Chromospiren.
 Fig. 51 u. 52. Wabenstruktur des Caryosoms.
 Fig. 53 u. 54. Vorgeschrittene Anaphase.
 Fig. 55. Einschnürung des Kerns. Abplattung der Caryosomenden und des Kernes.
 Fig. 56 u. 57. Spätere Stadien.
 Fig. 58. Kernzertrennung.
 Fig. 59. Telophase vom Pol gesehen. Abplattung!
 Fig. 60. Rekonstruierter Kern.
 Fig. 61–95 sind 5000fach vergrößert.
 Fig. 61. *Rhycomonas nasuta*, lebend. Kern, Vacuole und Blepharoplasten sichtbar.
 Fig. 62–72. 3kernige Form.
 Fig. 73–76. 2kernige Form.
 Fig. 77 u. 78. Cyclische Veränderung.
 Fig. 79–89. Kern- und Zellteilung.
 Fig. 90–94. Blepharoplastteilung.
 Fig. 62 u. 63. Verschiedene Typen.
 Fig. 64. Kleine Form.
 Fig. 65. Form mit doppelter Centrodese; Achenfaden des Schwimmorgans sichtbar.
 Fig. 66. Defäkation?
 Fig. 67. Korn zwischen den 2 Blepharoplasten.
 Fig. 68. Abnorme Lage der Blepharoplasten.
 Fig. 69. Desgl.
 Fig. 70 u. 71. Ungleichheit der Blepharoplasten.
 Fig. 72. Desgl.
 Fig. 73–75. Typen der 2kernigen Form.
 Fig. 75. Defäkation.
 Fig. 76. Zwergform.
 Fig. 77 u. 78. Cyclische Veränderung. Caryosom fast ganz abgebaut, Außenchromatin vermehrt.
 Fig. 79. Amitose des Kernes? Verlagerung des 2. Blepharoplasten.
 Fig. 80. Austritt des Centriols.
 Fig. 81. Teilung desselben.
 Fig. 82. Metaphase.
 Fig. 83. Teilung der Äquatorialplatte.
 Fig. 84. Desgl.; Schwund des Rüssels.

- Fig. 85. Anaphose.
 Fig. 86. Desgl.
 Fig. 87. Telophase mit Spindelfaserung.
 Fig. 88. Atypische Kernteilung.
 Fig. 89. Zellteilung.
 Fig. 90. Hantelförmige Teilung des Blepharoplasten. Centriol im Kern sichtbar.
 Fig. 91. Blepharoplastenteilung.
 Fig. 92. Desgl.
 Fig. 93. Endstadium; gemeinsamer Kernsaftaum der Tochterblepharoplasten
 Fig. 94. „Äquatorialplatte“ des Blepharoplasten.
 Fig. 95. Cyste.

Tafel 4.

Mikrophotogramme nach Eisenhämatoxylinpräparaten, mit der oben angeführten Optik aufgenommen; nicht retouchiert.¹⁾

- Fig. 96—102. *Amoeba diplogena*. 1100fach.
 Fig. 96 Ruhende Form mit Centriolteilung.
 Fig. 97. Centriolteilung. Dasselbe Tier wie auf Fig. 13.
 Fig. 98. Heteropole Caryosomteilung vom ersten Typus.
 Fig. 99. Auftreten der Äquatorialplatte beim 2. Teilungstypus. Dasselbe Exemplar wie in Fig. 33.
 Fig. 100. Metaphase von Teilungstypus 2, entsprechend der Fig. 25.
 Fig. 101. Anaphase von Teilung 2. Dasselbe Tier wie in Fig. 4.
 Fig. 102. Dasselbe Exemplar wie in Fig. 5.
 Fig. 103—111. *Astasia levis*. 1100—1200fach, mit Ausnahme von Fig. 111.
 Fig. 103. Habitusbild.
 Fig. 104. Centriol im Caryosom sichtbar.
 Fig. 105. Teilung des Centriols; dasselbe Exemplar wie in Fig. 41.
 Fig. 106. Streckung des Caryosoms. Centriolteilung.
 Fig. 107. Bildung der Äquatorialplatte.
 Fig. 108. Metaphase; Exemplar von Fig. 48.
 Fig. 109. Desgl., „ „ „ 47.
 Fig. 110. Anaphase; „ „ „ 50.
 Fig. 111. Telophase; „ „ „ 57. 1400fach.
 Fig. 112. *Rhynchomonas nasuta*. 6 Exemplare aus der Kultur mit Amöbe, Euglena und Bakterien zusammen. 1700fach.
 Fig. 113. *Rhynchomonas nasuta*. 1300fach.

¹⁾ Bei der Reproduktion wurde die Vergrößerung um einen kleinen Betrag herabgesetzt.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über *Actinophrys oculata* STEIN.

Von

Maria Sondheim, Frankfurt a. M.

(Aus dem Senckenbergischen Museum.)

(Hierzu Tafel 5 u. 6.)

Bei der faunistischen Bearbeitung einer Anzahl von Schlammproben aus Madagaskar, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. A. VOELTZKOW verdanke, begegnete mir ein kleines Heliozoon, das der *Actinophrys sol* sehr ähnlich ist, aber in einigen Merkmalen entschieden von ihr abweicht und mir durch besondere Art seiner Koloniebildung auffiel. Nachdem ich das Tier mehrere Monate lang gezüchtet und beobachtet habe, bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß es mit der von STEIN 1854 neu aufgestellten, später aber wieder eingezogenen marinen Art *Actinophrys oculata* identisch ist, die 1865 von CARTER noch einmal gefunden wurde. Und ferner, daß die von AIMÉ SCHNEIDER 1887 neu gegründete Art *Monobia confluens* keine eigene Form, sondern nichts anderes als die eben genannte *Actinophrys oculata* STEIN darstellt. Zunächst möchte ich meine eigenen Beobachtungen wiedergeben und daran anknüpfend, das, was von *Actinophrys oculata*, *Monobia confluens* und *Actinophrys sol* bekannt und zum Vergleich wesentlich ist, heranziehen.

Actinophrys oculata STEIN

aus Schlammproben von Madagaskar.

Die Größe der Einzeltiere variiert zwischen 20 und 40 μ . Die Gestalt ist gewöhnlich kugelig, verändert sich aber bei der Nahrungs-

aufnahme oft vollständig. Die Pseudopodien sind mit Achsenfäden versehen und zeigen Körnchenströmung. Sie sind sehr fein, stehen allseitig um den ganzen Körper und sind von verschiedener Länge. Eine kontraktile Vacuole ist nicht sicher zu konstatieren. Manchmal konnte ich ein langsames An- und Abschwollen einzelner Vacuolen beobachten. Der bläschenförmige Nucleus ist zentral gelegen und nur bei Anwendung von Reagentien deutlich zu sehen. Das Plasma differiert bei den einzelnen Individuen in Farbe und Struktur außerordentlich. Das in Ruhe befindliche, d. h. nicht mit Nahrungsaufnahme beschäftigte Tier zeigt meistens ein dichtes, dunkles, nur am äußersten Rand in eine hellere Schicht übergehendes Plasma (Fig. 1). Doch finden sich auch einzelne Individuen, welche eine schärfere Grenze zwischen Innen- und Außenschicht aufweisen, sowie solche, bei denen letztere vacuolisiert erscheint (Fig. 2). Besonders auffallend ist eine große Beweglichkeit der Außenschicht, die bei und nach Aufnahme der Nahrung durch Bildung großer Nahrungsvacuolen und verbindender Plasmabrücken in Erscheinung tritt.

Eine Eigenbewegung konnte ich fast nie beobachten. In der feuchten Kammer gehaltene Tiere waren tagelang an derselben, bezeichneten Stelle wieder zu finden. Nur bei Ablösung von der Kolonie entfernt sich das abgeschnürte Tier mit steif ausgestreckten Pseudopodien und ohne die geringste Körperversänderung zu zeigen, etwa um seine Körperlänge; dies geschieht aber so langsam, daß es nur an der größeren Distanz, die zwischen ihm und der Kolonie entsteht, bemerkbar wird.

Die Ernährung und die Bildung von Kolonien hängen nach meinen Beobachtungen aufs engste zusammen. Die Nahrungsaufnahme geschieht zuerst in ähnlicher Weise, wie sie bei *Actinophrys sol* aus früheren Beschreibungen allgemein bekannt ist. Ein vorüber-schwimmendes Tier berührt einen oder mehrere Pseudopodien der *Actinophrys* und bleibt daran hängen. Ist es ein sehr kleines Protozoon, so wird es oft gar nicht weiterbefördert, sondern an irgendeiner Stelle der Pseudopodien ohne weiteres resorbiert. Bei einem größeren Beutetier aber ist dessen Berührung der Tentakel und besonders seine Bemühungen sich wieder frei zu machen, ein Signal, auf das hin sich das ganze Aussehen der *Actinophrys* sofort verändert. Die in der Nachbarschaft des gefangenen Tieres befindlichen Pseudopodien neigen sich ihm zu und verschmelzen miteinander, die Außenschicht gerät in Fluß, verstärkt das Plasma der Pseudopodien, bildet Zapfen und gestielte Vacuolen und schickt dem Beutetiere breite Lappen hyalinen Plasmas entgegen. Dieses von

Plasma rings umgeben, ist bald in einer Vacuole eingeschlossen (Fig. 3), in der man es oft noch stundenlang rotieren sieht. Allmählich stellt es dann seine Bewegungen ein, der Körper wird immer formloser und je nach Größe des gefangenen Tieres ist nach 12 oder 24 Stunden nur noch ein undeutlicher Haufen zersetzten Plasmas in der Vacuole zu sehen. Erst wenn die Nahrung ganz resorbiert ist, platzt oder zerfällt die Vacuole. Stets aber, und das ist das charakteristischste Merkmal von *oculata*, bleibt diese Nahrungsvacuole, in der die Verdauung vor sich geht, außerhalb des eigentlichen zentralen Actinophryskörpers, in dessen Innerem ich niemals Nahrungsreste gefunden habe, wie dies bei *Actinophrys sol* der Fall ist. Und diese Vacuole ist der erste Anstoß zu den zahlreichen Koloniebildungen, deren Entstehung ich mehrere Monate hindurch beobachten konnte. Sie sind weder Conjugationen noch „Freßgemeinschaften“, wie sie bei *Actinophrys sol* oft benannt worden sind, sondern Resultate unvollkommener Teilungen, zu denen die *Actinophrys oculata* schreitet, wenn sie Nahrung aufgenommen und diese in Vacuolen eingeschlossen hat. Hat sie ein Beutetier von einiger Größe ergriffen und eine Vacuole darum gebildet, so sieht man nach etwa 12—24 Stunden, daß sie ihre ursprüngliche kugelige Gestalt verändert und die Form eines Biskuits angenommen hat, in dessen Mitte sich jetzt die Vacuole befindet (Fig. 4). Hiermit hat schon die erste Teilung stattgefunden, denn, wie sich durch Sichtbarmachung der Kerne mittels verdünnter Essigsäure leicht nachweisen läßt, sind aus der einen *Actinophrys* jetzt zwei geworden, die durch eine von der Außenschicht gebildete Plasmabrücke miteinander verbunden bleiben.

Gelingt es einem dieser beiden Tiere neue Beute einzufangen, so geht die Teilung über einer neugebildeten Nahrungsvacuole wiederum in derselben Weise vor sich, so daß eine kleine Kolonie von drei Individuen entsteht (Fig. 5). Haben beide zugleich Nahrung aufgenommen, so zeigt die jetzt vierteilig gewordene Kolonie die charakteristische quadratische Form von Fig. 6, die auch STEIN schon gesehen und in „Die Infusionstiere“ 1854 Taf. V Fig. 27 abgebildet hat. Auf diese Weise vermehren sich die Kolonien bei reichlicher Nahrungsaufnahme bis zu neun und zehn Individuen und zeigen je nach Größe und Gestalt der aufgenommenen Nahrung sehr verschiedene Formen. Sind die Beutetiere von ähnlicher Größe wie die Heliozoen selbst, so werden auch die Vacuolen in gleicher Größe geformt und bilden direkt oder durch Plasmabrücken mit den *Actinophrys* verbunden ziemlich kompakte Gruppen (Fig. 7). In diesem

Fall ist es bei den lebenden Tieren schwierig, die Anzahl der Individuen festzustellen, da die in den Nahrungsvacuolen enthaltenen Plasmareste in Farbe und Konsistenz dem Körperplasma der *Actinophrys* oft sehr ähnlich sind. Man muß dann den Ursprung der Pseudopodien verfolgen, denn nur die Actinophryskörper selbst haben Pseudopodien, niemals aber die nur aus Außenplasma bestehenden Teile der Brücken und Vacuolen.

Ganz andere Formen zeigt die Kolonie bei Fig. 9. Hier ist ein *Paramaecium*, das den Körperumfang des kleinen Heliozoons wohl um das vierfache übertrifft, eingefangen worden, und, was in solchem Falle nicht immer glückt, die *Actinophrys* hat eine Vacuole um das große Tier bilden können. Damit war augenscheinlich eine solche Menge Nährstoff in der einen Vacuole deponiert, daß es nicht bei der gewöhnlichen, einfachen Teilung blieb; die Anregung wirkte darüber hinaus und die Heliozoen konnten sich rund um die Vacuole weiter teilen, bis der Vorrat an Nahrung erschöpft war. Ist dieser Zustand bei einer Kolonie eingetreten, ohne daß gleich wieder neue Nahrung aufgenommen wird, so pflegt sich der dichte Verband der Heliozoen nach einiger Zeit zu lockern. Die leeren Vacuolen zwischen den Tieren zerfallen oder werden abgestoßen. Die breiten Plasmaverbindungen ziehen sich zu schmalen Strängen aus, die Tiere rücken weiter auseinander und bilden oft die seltsamsten Ketten und Figuren (Fig. 5 u. 8), die durch Ausdehnung und Zusammenziehung der Plasmastränge fortwährend veränderte Formen zeigen. Jetzt schnüren sich auch häufig einzelne Tiere ganz vom Verband ab, die verbindende Plasmabrücke wird dann immer länger und dünner, bis sie nur noch als feiner Faden zwei auseinandergerückte Tiere zusammenhält. Dann geht ein einmaliges Zucken durch beider Körper, der Faden reißt durch und während einiger Minuten sieht man, wie das freigewordene Tier sich langsam mit steif ausgestreckten Pseudopodien ohne die geringste sichtbare Eigenbewegung, etwa um die Länge seines Körperdurchmessers von der Kolonie entfernt. Bei solchen abgelösten Tieren tritt auch oft Wiederverschmelzung ein. Da sie immer ganz in der Nähe der Kolonie liegenbleiben, geschieht es leicht, daß sie durch irgendeine Veranlassung mit den Pseudopodien der anderen wieder in Berührung kommen. Dann kann es geschehen, daß die Pseudopodien zusammenfließen und auf diese Weise neue Verbindungen eingehen. Doch bleiben die Tiere stets durch die erwähnten Kommissuren des Ectoplasmas von einander getrennt. Eine vollständige Verschmelzung

zu einem Körper, wie es oft von *Actinophrys sol* EHRBG. berichtet worden ist, tritt nie ein.

Die Hauptnahrung der *Actinophrys oculata* ist animalischer Natur, nur selten, wenn diese spärlich wurde, sah ich sie auch Oscillarien aufnehmen. Von den Protozoen, die sich mit *Actinophrys* gemeinsam in den Infusionen befanden, wurde ohne sichtlichen Unterschied alles als Nahrung aufgenommen, was in den Bereich der äußerst gefräßigen Tiere kam. Einen ganz besonders reizvollen Anblick gewährten zweiteilige Formen, in deren Mitte sich Vacuolen mit den Resten der goldgelben *Nassula aurea* oder des weinroten *Blepharisma* befanden. Aber auch bedeutend größere Infusorien wurden überwältigt, wenn es auch manchen, z. B. einer *Urostyla grandis*, nach langem Kampfe gelang, sich von den sie umstrickenden Pseudopodien wieder frei zu machen; öfters sah ich sogar Rädertiere in unförmigen Vacuolen an den kleinen *Actinophrys* hängen.

Actinophrys oculata ist von so ausdauernder Natur, daß ich einzelne Individuen öfters 3—4 Wochen lang in der feuchten Kammer halten konnte; in den Infusionen fanden sie sich mehrere Monate. Als schließlich die Heliozoen fast allein darin übriggeblieben waren, versuchte ich ihnen frische Nahrung zuzuführen, indem ich den Schalen, in denen sie sich befanden, einige Tropfen aus einer an *Colpoda*, *Vorticellen* und *Paramaecien* reichen Heuinfusion zufügte. Der Versuch mißlang völlig, da die zugefügten Tiere sofort eingingen und auch die Heliozoen teils eingingen, teils einen durchaus anormalen Charakter annahmen. Besser glückte es, als ich mit der Pipette einen minimalen Tropfen derselben Heuinfusion unter das Deckglas eines Objektträgers, auf dem zahlreiche *Actinophrys* waren, fließen ließ. Sofort wurden eine ganze Anzahl der *Colpoda* gefangen und in etwa 20 Minuten in Vacuolen eingeschlossen. Dann kamen während der nächsten Tage die *Vorticellen* an die Reihe, und bald war kaum eine *Actinophrys* zu finden, die nicht in einer Vacuole eine noch rotierende Vorticelle oder deren Reste eingeschlossen gehabt hätte. Die *Paramaecien* blieben unverändert und unberührt, und schon glaubte ich, daß sie als Nahrung verschmäht würden, als sich mir plötzlich am sechsten Tage ein überraschendes Bild unter dem Mikroskop bot. Wie mit einem Schlage hatten sich die *Actinophrys* wohl der Hälfte der *Paramaecien* bemächtigt. Die meisten waren in riesige Vacuolen eingeschlossen worden; hierbei hatte die Teilung der Heliozoen schon begonnen, und es waren bereits verschiedene kleine Kolonien entstanden. Anderen *Actinophrys* war es augenscheinlich nicht geglückt, Vacuolen um die großen Tiere zu

bilden. Ich fand sie mit einem Teil ihres Körpers in das abgetötete *Paramaecium* eingedrungen, von dem schon ganz zersetzten Plasma ihrer Beute umgeben. Hier trat — augenscheinlich aus Mangel einer Vacuole — auch keine Teilung ein. Die *Actinophrys* löste sich nach einiger Zeit los und entfernte sich genau in der oben angeführten Weise eine kleine Strecke von ihrer Beute. Daß die *Paramaecien* solange unangefochten geblieben waren, lag wahrscheinlich nur daran, daß die großen, kräftigen Tiere der kleinen *Actinophrys* am Anfang genügend Widerstand entgegenzusetzen vermochten, im Laufe der Tage aber unter dem Deckglas die Kraft dazu verloren hatten. Dieser Fütterungsversuch war mir eine ebenso sichere Bestätigung der Annahme, daß die Nahrungsaufnahme und Vacuolenbildung den ersten Anstoß zur direkten Teilung und Koloniebildung geben, wie ein gegenteiliger, den ich mit 20 Einzeltieren und einer Biskuitform machte. Ich hielt sie ohne Nahrung eine Woche lang in der feuchten Kammer, und sie blieben während der ganzen Zeit unverändert, ohne daß eine einzige Teilung eingetreten wäre.

Conjugation habe ich bei *Actinophrys oculata* niemals beobachten können. Auch ist es nicht recht denkbar, daß eine solche bei diesen wenig beweglichen Tieren, die nur durch äußere Zufälligkeiten einander nahe gebracht werden können — etwa durch Strömungen des Wassers oder durch Beutetiere, an die sie sich festgeheftet haben — eine große Rolle spielen sollte. Leider ist es mir auch nie gelungen eine Cyste zu finden. Das einzige Mal, daß ich eine *Actinophrys* ihre Pseudopodien vollständig einziehen sah, war, als bei der oben beschriebenen Fütterung mit *Paramaecien* ein Exemplar ganz in den Körper eines abgetöteten *Paramaeciums* eindrang. Es sah wie eine ziemlich glatte Kugel aus, doch konnte ich inmitten des zerfallenen Plasmas nicht unterscheiden, ob es eine Cystenhülle ausgeschieden hatte.

Die Madagaskar-Süßwasserform von *Actinophrys oculata* ist augenscheinlich eine Schlammbewohnerin, denn wenn sie auch in größeren Schalen mit reichlichem Wasser öfter zu finden war, so entwickelte sie sich doch am zahlreichsten in kleinen Schalen von 5 cm Durchmesser und 2 cm Höhe, deren Boden mit etwas Schlamm und einem kaum mit Wasser bedeckten Oscillarienrasen überzogen war. Nahrung fand sie durch verschiedene Protozoen, die lange Zeit mit ihr zugleich ausdauerten; nur hier und unter dem Deckglas in der feuchten Kammer sah ich die oben besprochenen Kolonien entstehen. Zu erklären ist der Umstand vielleicht dadurch, daß in kleinem Raum und bei eindunstendem Wasser die Nahrung

sich mehr konzentriert, als bei einer großen Fülle von Wasser, was für die unbewegliche *Actinophrys* von großem Vorteil ist.

Actinophrys oculata STEIN wurde von STEIN¹⁾ im Jahre 1852 gefunden und 1854 in seinem Werk: „Die Infusionstiere“ beschrieben. Seine Angaben enthalten manche Widersprüche, die wohl auf die große Variabilität der einzelnen Individuen zurückzuführen sind. Das Hauptmerkmal der *oculata* aber, die besondere Form der sowohl in dichten Gruppen als in losen Ketten auftretenden Kolonien, stimmt mit meinen Beobachtungen ebenso überein wie die meisten anderen seiner Angaben.

Das Körperplasma der *oculata* zerfällt nach STEIN in eine durchsichtige, gallertartige Außenschicht und in eine innere Körpersubstanz, die aus mehr oder weniger scharf gesonderter Medullar- und Corticalschicht besteht. Die scheinbare Außenschicht bei ruhenden Individuen konnte ich auch oft beobachten, da sie aber beim Zerquetschen des Tieres gänzlich verschwindet, konnte ich mich überzeugen, daß sie nur auf einer optischen Täuschung beruht.

Der Nucleus ist bei STEIN sowohl als bei meiner Form nur bei Behandlung mit Reagentien oder beim Zerdrücken des Tieres zu sehen. Daß STEIN trotzdem Taf. V. Fig. 25 ein lebendes Tier mit sichtbarem Kern abgebildet und für die Art den Namen *oculata* gewählt hat, der nur für das abgetötete Tier charakteristisch ist, hat zu mehrfachen Irrtümern in bezug auf die Sichtbarkeit des Kernes geführt und trägt vielleicht mit Schuld daran, daß die Art in Vergessenheit geriet.

Ortsbewegung und Kontraktion hat STEIN nicht beobachtet, nur Verkürzung und Verlängerung der Tentakel bei Ergreifung von Infusorien, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt, da ich außer bei der oben beschriebenen Ablösung von Kolonien oder Beutetieren nie die geringste Ortsveränderung konstatieren konnte.

Die Ernährung, wie sie STEIN beschreibt, deckt sich ebenfalls mit meinen Beobachtungen. Den „Verschlingungsakt“ hat er zwar nie beobachten können, da die größeren Tiere immer außerhalb des Actinophryskörpers zwischen den Tentakeln liegen blieben, aber er hat oft Tiere gefunden „mit verschluckten Nahrungsstoffen, die stets in großen mit Wasser erfüllten Vacuolen lagen“ (p. 159). Bei conjugierten Tieren lagen diese Vacuolen häufiger in den Kommissuren als in der Corticalschicht, wie er es abbildet (Taf. V

¹⁾ STEIN, FR.: Die Infusionstiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. 1854.

Fig. 26 u. 27). Seine Fig. 25 daneben bringt die Zeichnung einer *oculata*, die die Vacuole zum größeren Teile innerhalb des Körperbereiches zeigt. Hier liegt aber die Möglichkeit vor, daß die Vacuole in Rückbildung begriffen ist, oder daß sie nur einen kleinen Nahrungskörper enthält, der in die Nähe der Körperoberfläche geriet und infolge der Spannungsverhältnisse dort sofort in den Körper eingezogen werden konnte. Charakteristisch für *oculata* ist diese Abbildung jedenfalls nicht. Doch hängt die Möglichkeit große Vacuolen zu bilden wohl auch von der Stärke der Corticalschicht ab, wenngleich diese auch bei *Actinophrys oculata* ganz außerordentlich beweglich und zum Umfließen außen gelegener Körper sehr geneigt ist.

Ganz fehlt bei STEIN der Zusammenhang zwischen der Nahrungsaufnahme in Vacuolen und der darauffolgenden Teilung und Anlagerung der beiden Individuen an diese Vacuole als Anfang der Koloniebildung. Seine Abbildungen decken sich vollständig mit den meinen, aber über die Entstehung der Kolonien gibt er nichts an, da er sie nicht in ihrer Entwicklung beobachten konnte. Er nennt sie Familienstöcke, öfter auch Conjugationszustände, da er glaubt, daß sie durch Verschmelzung von Individuen, die durch äußere Ursachen veranlaßt zusammenstoßen, entstehen. Er sieht aber darin keinen Zusammenhang mit der Fortpflanzung, da die Individuen nie ganz miteinander verschmelzen, sondern nur mit ihren äußeren peripherischen Schichten miteinander vereinigt sind.

CARTER findet 1859 in der Mündung des Hauptkanales von Bombay, einer Mischung von See- und Süßwasser, *Actinophrys oculata*, deren eigenartige Koloniebildungen, „gregarious habits“, er besonders hervorhebt.¹⁾ Er beschreibt die Nahrungsvacuolen, die stets außerhalb des eigentlichen Körpers liegen, hat niemals Nahrungskörper im Innern des Tieres gefunden und vergleicht die Kolonien mit *Spongilla*, weil sie nichts anderes seien als amöboide Zellen, die durch ein feines Plasma zusammengehalten werden. Da die verschiedenen Individuen außerordentlich im Aussehen, in der Beschaffenheit des Plasmas, im Inhalt der Vacuolen und vor allem in der Sichtbarkeit des Kernes differieren, glaubt er verschiedene Arten von *Actinophrys* gefunden zu haben. Er läßt die Frage offen, ob die anscheinend kernlosen Heliozoen eine neue Varietät von *sol*

¹⁾ CARTER, H. T.: On the Fresh- and Salt-water Rhizopoda of England and India. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 15 (3) 1865.

oder vielleicht ein besonderes Entwicklungsstadium von *oculata* darstellen. Da aber seine Abbildungen sowohl der kompakten Kolonien Taf. XII Fig. 1 u. 3, als auch der losen (Fig. 2) durchaus mit den von mir beobachteten übereinstimmen, ist wohl sicher anzunehmen, daß alle drei Gruppen *Actinophrys oculata* STEIN repräsentieren.

Nach meinen eigenen Erfahrungen an anderen Protozoen ist die Sichtbarkeit des Kernes auch nicht als unterscheidendes Merkmal anzusehen, da sie bei demselben Tier unter veränderten äußeren Umständen, dem Grade der Ernährung, der Beschaffenheit des Wassers usw. wechseln kann. Über das Wesentliche in der Entstehung der Kolonien ist CARTER im unklaren geblieben, da auch er niemals Nahrungsaufnahme hat beobachten können.

Im Jahre 1878 hat AIMÉ SCHNEIDER¹⁾ in Poitiers im Süßwasser „une nouvelle monère“ gefunden, die er als *Monobia confluens* wenig erschöpfend und anscheinend ohne Kenntnis der Literatur über *Actinophrys oculata* STEIN beschreibt. Die Art der Koloniebildungen, die er p. 586 u. 587 sehr anschaulich schildert, läßt sofort die Vermutung aufkommen, daß *Monobia confluens* nichts anderes als *Actinophrys oculata* sein kann. Auch seine Abbildungen decken sich mit denen von STEIN und den meinigen, wenn man in Betracht zieht, daß er außer bei Fig. 4 die Nahrungsvacuolen, von denen er im Text mehrfach spricht, auf seiner Tafel vollständig fortgelassen hat. Die Rolle, die die Vacuolen bei Entstehung der Kolonien spielen, konnte er natürlich nicht kennen, denn auch er hat keine Gelegenheit gehabt, die Nahrungsaufnahme seiner Heliozoen zu beobachten. Ihre Bedeutung für die Ernährung des Tieres hat er aber erkannt, denn er sagt, daß er in Vacuolen Fremdkörper gesehen hat und „que c'est évidemment sous ces aspects que *Monobia* mange et se nourrit“. Allerdings berichtet er auch von Fremdkörpern, die oft in großer Menge in der Körpermasse liegen. Da er aber offenbar nicht sehr eingehend beobachtet hat und je nach Einstellung des Tubus kleine Vacuolen oder solche, die nicht seitwärts vom Actinophryskörper, sondern auf oder unter ihm im Gesichtsfeld liegen, schwer zu erkennen sind, so glaube ich, bei all den anderen wichtigen Punkten, in denen *Monobia confluens* und *Actinophrys oculata* übereinstimmen, auf diese einmalige Angabe nicht allzuviel Gewicht legen zu müssen.

Über den großen Wert, den die Ernährung für die Teilung hat, ist SCHNEIDER sich aber im klaren, da er sagt: „Dès que le *Monobia*

¹⁾ SCHNEIDER, A.: *Monobia confluens*. Arch. Zool. Exp. Vol. 7 1878.

a profité jusqu'à doubler de volume ou environ, il se reproduit d'après l'immuable loi que la reproduction est le trop plein de la nutrition“. Seltsamerweise hält er aber seine Fig. 3 u. 4, die die ersten Teilungserscheinungen darstellen und völlig mit meinen Fig. 5 u. 2 übereinstimmen, nur für „une contraction générale“ des Körpers, wenn „le petit être entre en activité“. Die Teilungen beginnen nach ihm erst nach diesen Stadien, eine Annahme, die sich nur dadurch erklären läßt, daß er keine Reagentien angewandt hat; infolgedessen hat er, wie er selbst sagt, bei *Monobia* nie einen Kern gesehen, sonst hätte er sich überzeugen müssen, daß die Biskuitform schon aus zwei, und die dreiteilige Form aus drei, je mit einem Kern versehenen Individuen besteht. Daß er nur Kolonien in losen kettenartigen Verbänden abbildet, läßt sich vielleicht so erklären, daß ihm gerade diese besonders charakteristisch erschienen, vielleicht aber auch durch seine Angabe, daß er die *Monobia* acht Tage lang in der feuchten Kammer beobachtet und doch die Tiere keine Nahrung hat aufnehmen sehen. Augenscheinlich hat er gut genährte Tiere isoliert, die auf dem Objektträger keine weitere Nahrung vorfanden und sich deshalb zu losen Ketten auszogen.

Von der Körperbeschaffenheit der *Monobia* sagt SCHNEIDER: „*Monobia confluens* est une petite masse à peu près sphérique d'un sarcode finement granuleux“, was auch für das meist vacuolenlose Plasma der *oculata* kennzeichnend ist. Eine kontraktile Vacuole hat SCHNEIDER ebensowenig gesehen wie ich. Auch von einer Eigenbewegung des Tieres sagt er nichts, außer was auf die Veränderlichkeit der Kolonien Bezug hat, und was er „des fluctuations“ nennt, die durch Zug der verbindenden Plasmabrücken entstehen.

Die Pseudopodien nennt SCHNEIDER „rectilignes, lents à se mouvoir, coalescents et si transparents qu'on ne les suit guère qu'à la faveur des petits renflements en manière de noeuds“. — Und dem Umstand, daß diese Bezeichnung „en manière de noeuds“ infolge eines Übersetzungsfehlers als „spindelförmige Anschwellungen“ 1882 in BRONN's Tierreich (Protozoen) wiedergegeben wurde, verdankt es die *Monobia*, daß sie bis heute als Gattung aufrechterhalten wurde und jetzt als erste Gattung der *Aphrothoraca* HERTWIG mit dem besonderen Merkmale der „spindelförmigen Anschwellungen der Pseudopodien“ im Tierreich¹⁾ 1896

¹⁾ Das Tierreich, Probeflieferung. Heliozoa bearbeitet von Dr. F. SCHAUDINN. Berlin 1896.

den *Actinophryen* gegenübersteht. Da seit 1878 nie wieder eine *Monobia confluens* gefunden wurde, konnten SCHNEIDER'S Angaben nie nachgeprüft und seine Irrtümer nie berichtigt werden.

SCHEWIAKOFF¹⁾ hat auf den Sandwichinseln im Jahre 1893 ein kleines Süßwasserheliozoon gefunden, das er *Monobia solitaria* nannte und das unter diesem Namen als Spezies der Gattung *Monobia* von SCHAUDINN 1896 in das „Tierreich“ aufgenommen wurde, sich aber als Art ebensowenig aufrechterhalten läßt wie das von SCHNEIDER. Nach den von SCHEWIAKOFF angegebenen Merkmalen seines Heliozoons ist es nicht ganz klar, aus welchen Gründen er es gerade zu *Monobia* stellt. Abgesehen davon, daß in seiner Interpretation des SCHNEIDER'schen Textes auch einige Irrtümer unterlaufen sind, widersprechen verschiedene von ihm angeführte Kennzeichen seines Heliozoons direkt in den Hauptmerkmalen der *Monobia confluens*. So z. B. ihre Fähigkeit bei pendelartigen Bewegungen der Pseudopodien herumzukriechen und zu schwimmen. Die von SCHEWIAKOFF angegebenen Kennzeichen würden vielleicht eher auf *Actinophrys sol* passen, die in Größe und Aussehen ja außerordentlich variabel ist.

Will man sich in der Literatur über die Speziescharaktere der vielgenannten *Actinophrys sol* EHRLG. orientieren, um die Unterschiede gegenüber *oculata* festzulegen, so ist man überrascht über die vielen widersprechenden Angaben und Abbildungen der einzelnen Autoren. Mir hat sich dabei die Ansicht aufgedrängt, daß entweder öfters ganz verschiedene Tiere unter demselben Namen beschrieben worden sind, oder daß *Actinophrys sol* eine fast unbeschränkte Variationsfähigkeit hat. Es scheint beides der Fall zu sein. Daß *sol* und *oculata* leicht miteinander zu verwechseln sind, ist zu verstehen, da die Hauptunterschiede — die verschiedene Weise der Nahrungsaufnahme, sowie die ganz andere Art der Teilung und Koloniebildung — sich erst durch längere Züchtung und Beobachtung erkennen lassen. Auch können sowohl bei *sol* als *oculata* die einzelnen Individuen in verschiedenen Medien und bei verschiedenem Grad der Ernährung ein so voneinander abweichendes Aussehen gewinnen, daß der unbefangene Beobachter sie nie als zur gleichen Art gehörig ansehen würde. So würde bei *Actinophrys oculata* wohl niemand die *sol* ähnliche Fig. 2 für das gleiche Tier halten wie Fig. 1. Oft genug wurden nun aber aus solchen einzeln gefundenen Tieren, ohne ihre weitere Entwicklung beobachtet zu haben, neue Arten gebildet,

¹⁾ SCHEWIAKOFF, W.: Über die geographische Verbreitung der Süßwasser-Protozoen. Mém. Acad. Sc. St. Petersburg T. 41 1893.

und da die Merkmale von sehr zweifelhaftem Wert waren, ebenso rasch wieder eingezogen, so daß es, wie STEIN sagt „überraschend sein würde, wenn die so geschaffene Verwirrung geringer wäre.¹⁾ Daß auch STEIN's *oculata* wieder eingezogen wurde, ist nicht zu verwundern, da er die Hauptmerkmale, die den Unterschied zwischen ihr und *sol* bilden, nicht weiter beachtet und hervorgehoben hat. Ebenso oft mögen aber auch unter den vielen beschriebenen und abgebildeten *Actinophrys sol* sich unerkannte *oculata* befinden. Die Kolonien werden immer in fertigem Zustand abgebildet und beschrieben und es bleibt Hypothese, ob sie als Resultate von Verschmelzungen, Conjugationen oder als Mittel „zum Zweck einer besseren Ernährung“ aufzufassen sind. Der Gedanke, daß sie aus Teilungen entstehen, wird von fast allen Autoren verworfen. Die vielen Vacuolen und deren oft nicht zu erkennender Inhalt werden als Abnormitäten von *sol* beschrieben, während sie für *oculata* ganz normal sind, und so finden sich bei den verschiedenen Autoren eine ganze Anzahl Abbildungen und Angaben über *Actinophrys sol*, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach auf *oculata* beziehen. So z. B. PENARD's²⁾ Fig. 10a und b, Fig. 11 auf Tafel IX, sowie Fig. 14 und Fig. 29 auf Tafel X. Im Text derselben Arbeit findet sich auch manche Beobachtung, die mehr auf *oculata* als auf *sol* schließen läßt. So hat PENARD einmal zwei ganz gleiche *Actinophrys* gesehen, die an einer Nahrungsvacuole klebten. Da sie vollständig gleich in der Form waren, glaubt er hier, im Gegensatz zu anderen Fällen, doch an eine Teilung und fügt hinzu, daß vielleicht der Fang einer großen Beute eine Gelegenheit zur Teilung bietet, denn die doppelten Individuen hätten in der Tat sehr oft mehr oder weniger verdaute Beute zwischen sich. Und ein andermal (p. 165) spricht er von Kolonien, deren Glieder langsam auseinanderrücken, so daß sie eine wirkliche Kette bilden, in der die Nachbarn durch immer dünner werdende Plasmabrücken miteinander verbunden sind.

Auch LEIDY hat eine Doppelform gesehen (1874), die zwischen sich „a finely granular rayless sphere, nearly as large as the animals themselves“ hatte und er glaubte „so glücklich zu sein“, ein aus

¹⁾ Die Merkmale waren so unbestimmter Art, daß jahrelang *Actinophrys sol* und *Actinosphaerium eichhornii* miteinander verwechselt wurden und noch im Jahre 1849 glaubt KÖLLICKER *Actinophrys sol* zu beschreiben, hat aber *eichhornii* gesehen, und 1854 beschreibt CLAPAREDE *eichhornii*, muß aber in einem Nachtrag bemerken, daß das beobachtete Tier *Actinophrys sol* war.

²⁾ PENARD, E.: Etudes sur quelques héliozoaires d'eau douce. Arch. de Biol. T. 9. Paris 1889.

der Conjugation zweier Tiere entstandenes Ei gefunden zu haben. Auch wo an vielen Stellen von einzelnen Tieren gesprochen wird, deren Plasma „unerklärlicherweise“ ganz dicht und ohne Vacuolen sei, liegt es nahe, an *oculata* zu denken, — ob ohne oder mit Berechtigung, läßt sich jetzt natürlich nicht mehr feststellen.

Zum Schluß dieser Ausführungen fasse ich noch einmal die Merkmale der von mir beobachteten *Actinophrys oculata* STEIN zusammen, um sie denen der *Actinophrys sol* EHRBG. gegenüberzustellen. Eine einwandfreie Bestimmung der Formen wird aber nur möglich sein, wenn sie gezüchtet werden; denn nach dem, was bis jetzt über *Actinophrys sol* bekannt ist, tritt die für *oculata* charakteristische Teilung im Anschluß an den Freßakt und die darauf folgende Koloniebildung bei ihr nicht ein. *Actinophrys sol* bildet eine Kolonie durch Verschmelzung der einzelnen Individuen.

Leider ist es mir in Ermangelung des nötigen Materials nicht möglich gewesen, neben *oculata* auch *sol* zu züchten, doch glaube ich auch auf Grund der Literatur über *sol* behaupten zu dürfen, daß *Actinophrys oculata* STEIN als eigene Art zu betrachten ist; *Monobia confluens* A. SCHNEIDER aber ist mit ihr identisch und daher einzuziehen.

	<i>Actinophrys sol</i> EHRBG.	<i>Actinophrys oculata</i> STEIN.
Größe:	durchschnittlich 50 μ	durchschnittlich 35 μ
Konsistenz:	Ectoplasma vacuolär	dichter, weniger vacuolenreich als <i>sol</i> , Ectoplasma sehr beweglich
Kern:	Sichtbarkeit variiert bei beiden Arten sehr	
Kontraktile Vacuole:	deutlich am Rand	?
Nahrung:	in den Körper aufgenommen	außerhalb des Körperbereichs zerlegt
Koloniebildung:	durch Verschmelzung der Individuen	durch Teilung der Individuen im Anschluß an Bildung großer Nahrungsvacuolen
Teilung:	nach Rückbildung der Pseudopodien in der Cystenhülle (SCHAUDINN)	mit ausgestreckten Pseudopodien im frei beweglichen Zustand

Benutzte Literatur.

- BÜTSCHLI, O.: BRONN's Kl. u. Ordn. des Tierreichs Bd. 1. Leipzig 1880/82.
- CARTER, K. I.: On freshwater Rhizopoda of England and India. Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. 15 1865.
- CLAPARÈDE, E.: Über *Actinophrys Eichhornii*. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1854 und Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. 2 1855.
- CLAPARÈDE et LACHMANN: Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. 1858/59.
- DUJARDIN, J.: Histoire naturelle des Zoophytes infusoires. Paris 1841.
- EHRENBERG, CH. G. D.: Infusorien als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
- GREEFF, R.: Über *Actinophrys Eichhornii* und einen neuen Süßwasserrhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 3 1867.
- : Über die Actinophryen. Sitz.-Ber. d. niederrhein. Ges. Bonn Jahrg. 28 1871.
- GRENACHER, H.: Über *Actinophrys sol.* Verhandl. d. Phys. Med. Ges. Würzburg N. F. Bd. 1 1868.
- GRUBER, A.: *Actinophrys*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38 1883.
- HERTWIG, R.: Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. Bd. 11 1877.
- HERTWIG, R. u. LESSER, E.: Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Arch. f. mikr. Anat. Suppl.-Bd. 10 1874.
- KÖLLICKER, A.: Das Sonnentierchen *Actinophrys sol.* Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1 1849.
- LACHMANN, I.: Neue Infusorien. Verhandl. d. Naturwiss. Ver. d. preuß. Rheinlande. 1859.
- LEIDY, I.: Freshwater Rhizopods of North America. Rep. U. S. Geol. Survey of the Territ. Vol. 12 1879.
- PENARD, E.: Etudes sur quelques Hélozoaires d'eau douce. Arch. de Biol. T. 9. Paris 1889.
- PRITCHARD, A.: History of Infusoria. London 1859/61.
- SCHAUDINN, FR.: Heliozoa, Tierreich, Probelieferung. Berlin 1896.
- SCHEWIAKOFF, WL.: Über die geographische Verbreitung der Süßwasser-Protozoen. Mém. Acad. Impér. Sciences St. Petersburg, 7. Sér. T. 41 No. 3 1893.
- SCHNEIDER, AIMÉ: *Monobia confluens*, nouvelle monère. Arch. Zool. exp. T. 7 1878.
- SCHULZE, FR. E.: Rhizopodenstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 10 1874.
- STEIN, FR.: Die Infusionstiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854.
- WALLICH, G. C.: Further observations on *Amoeba villosa* etc. Ann. Mag. Nat. Hist. 3. Ser. Vol. 11 1863.
- WESTON, I.: On the *Actinophrys sol.* Quart. Journ. micr. Sc. Vol. 4 1856.

Tafelerklärung.

Tafel 5.

Actinophrys oculata STEIN.

Fig. 1. Ein in Ruhe befindliches Individuum mit dichtem, wenig differenziertem Plasma.

Fig. 2. Individuum mit scharf getrenntem Ento- und Ectosark. Letzteres stark vacuolisiert.

Fig. 3. Tier mit großer Nahrungsvacuole, in deren Innerem sich noch Reste des erbeuteten Tieres befinden.

Fig. 4. Zweiteilung über der Nahrungsvacuole. Das Ectoplasma zeigt viele Zotten und Unebenheiten.

Fig. 5. Dreiteilung. Die Nahrungsvacuolen sind abgestoßen.

Fig. 6. Vier durch unvollkommene Teilung entstandene Individuen, die durch Plasmabrücken und Nahrungsvacuolen miteinander verbunden sind. Sie bilden dieselbe Figur wie bei STEIN, Die Infusionstiere Taf. V Fig. 27.

Fig. 7. Eine dichte Kolonie von 9 Individuen, die auch durch Vacuolen und Brücken miteinander verbunden sind.

Tafel 6.

Fig. 8. Eine Kette von 4 Tieren, die die Nahrungsvacuolen abgestoßen haben und nur noch durch schmale Plasmastränge zusammenhängen.

Fig. 9. Um eine Riesenvacuole, die ein gefangenes *Paramecium* einschließt, hat sich eine Kolonie von 9 Individuen gebildet. 2 Tiere, die oben liegen, haben sich schon losgelöst, das unterste ist bereit sich abzuschüren.

Bemerkung. Bei Fig. 1, 4 und 5 sind die Kerne eingezeichnet, wie sie bei Zusatz von verdünnter Essigsäure zu sehen sind.

Kleinere Mitteilungen.

Die Conjugation von *Ophrydium versatile*.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

Dr. R. Kaltenbach, München.

(Hierzu 8 Textfiguren.)

Ophrydium versatile eignet sich wegen der großen Individuenzahl seiner Kolonien und der starken Neigung zur Conjugation zur Untersuchung verschiedener wichtiger Fragen: Der Einfluß des Milieus auf die Ausbildung der weiblichen und männlichen Gameten und das Vorkommen von Cystenbildung bei Infusorien. Da ich die vorliegende Arbeit aus äußeren Gründen unterbrechen mußte, möchte ich die bisherigen Ergebnisse kurz im Auszug mitteilen.

Die Größe der Kolonien, die ich verwendete, schwankte zwischen Faust- und Haselnußgröße. Das Material stammte teils aus einem Tümpel bei Pasing, teils aus einem Weiher an der Würm bei Planegg. Fixiert wurde das Material in Pikrinessigsäure eine halbe Stunde und dann mit 70proz. Alkohol bis zur Weißfärbung extrahiert. Färbung mit Boraxkarmin oder Hämatoxylin. Totalpräparate.

Die Bildung der Macro- und Microgameten verläuft bei *Ophrydium versatile* im wesentlichen so, wie es POPOFF bei *Charchesium polypinum* und MAUPAS bei *Vorticella nebulifera* beschrieben haben. Nach Entnahme der Kolonie aus dem Tümpel lösen sich sofort mehrere Tiere los und bilden zusammen an der Oberfläche des Wassers Tochterkolonien. Diese Kolonien haben nach etwa 24 Stunden die Größe eines Fingernagels erreicht. Die Bildung der Gameten beginnt in

diesen neuen Kolonien wenige Stunden nach dem Überführen der Tiere in das neue Medium, und zwar entstehen Macro- und Microgameten in derselben Kolonie. Von den Stammkolonien lösen sich so lange Tochterkolonien bildende Tiere ab, bis von der Mutterkolonie nach 5—6 Tagen nur noch die Gallerthülle übrig ist. Einen Einfluß von Temperatur oder Beleuchtung auf das Zahlenverhältnis von Macro- und Microgameten konnte ich bisher nicht mit Sicherheit feststellen. Auch gelang es mir bis jetzt nicht durch Wärme, Kälte Licht oder Dunkelheit das Eintreten der Conjugation merklich hinauszuschieben. Nur schienen mir die Tochterkolonien bei starker Beleuchtung sich wesentlich kräftiger zu entwickeln.

Die Microgameten entstehen durch zweimalige Teilung. Es entstehen also aus einem äußerlich geschlechtlich indifferenten Tier vier Microgameten. Die Bildung der Microgameten entspricht der bei *Charchesium polypinum*; eine geschlechtliche Teilung, wie sie ENRIQUES beschrieben hat, also eine Teilung, bei der aus demselben Tier ein Macro- und ein Microgamet entstehen, konnte ich bei *Ophridium* nicht beobachten.

Mit der Differenzierung der „Chromosomen“, die hier stark lichtbrechende Körnchen sind, beginnen die Microgameten oft schon vor ihrer Vereinigung mit den Macrogameten, gleichzeitig wächst der längliche Geschlechtskern etwa um das Doppelte und rundet sich ab (Fig. 1). Die Zahl der Chromosomen ist nicht genau festzustellen,



Fig. 1.

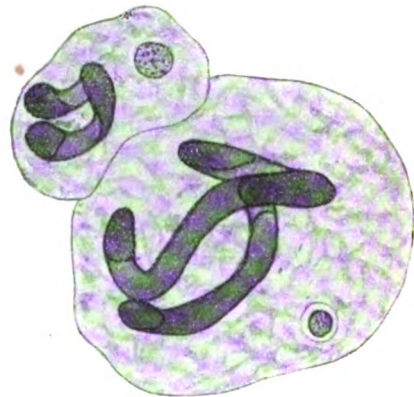


Fig. 2.

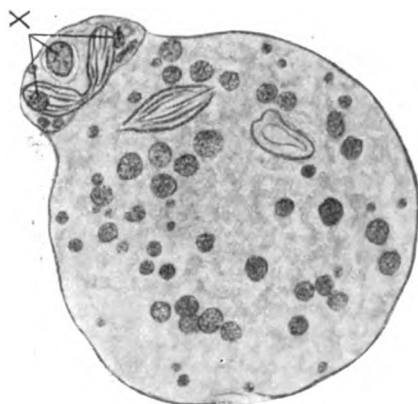
sie scheint etwa 20 zu betragen. Die schollige Auflösung des Macro-nucleus beginnt bei beiden Gameten in der Regel gleichzeitig mit der Copulation, sie kann aber auch schon vorher einsetzen, wenn

die Vereinigung der Geschlechtstiere aus irgendeinem Grunde verzögert wird. Es handelt sich hier, wie bei *Charchesium*, um einen Anlauf zur parthenogenetischen Entwicklung; der Impuls zur Veränderung des Macronucleus und zur Chromosomendifferenzierung im Nebenkern des Microgameten scheint also nicht durch die Copulation an sich gegeben zu sein.

Haben die Macro- und Microgameten sich aneinander gelegt (Fig. 2), so beginnt zuerst die Teilung des Micronucleus in Microgameten. Im Macrogameten ist der Macronucleus stets zu Beginn der ersten Micronucleusteilung in viele kleine Bruchstücke zerfallen. Der Micronucleus des Microgameten teilt sich dreimal, der des Microgameten zweimal (Fig. 3 u. 6). So entstehen im Macrogameten vier,



Fig. 3.

Fig. 4. X Degenerierende Teilkerne
des Macronucleus.

im Microgameten acht bläschenförmige, von einem Flüssigkeitshof umgebene Geschlechtskerne. Ob es sich hierbei um ein Ruhestadium handelt, ist meiner Ansicht nach schwer zu sagen, denn die Micronuclei der eben in Teilung begriffenen Microgameten besitzen diesen Flüssigkeitshof ebenfalls.

Von den acht Micronuclei des Microgameten degenerieren sieben, von den vier des Macrogameten drei. Das überlebende Teilprodukt des Micronucleus des Microgameten wächst etwa um das Dreifache seines ursprünglichen Volumens an und schickt sich zu einer neuen Teilung an, bevor, wenigstens im Microgameten, die degenerierenden Teilkerne verschwunden sind (X degenerierende Teilkerne in Fig. 4). Die Teilung des Micronucleus im Microgameten geht der des Micronucleus im Macrogameten auch hier voraus (Fig. 4).

Die Teilungsachse des Micronucleus im Microgameten liegt in der Querachse des Gameten. Die Micronucleusspindel des Macrogameten befindet sich zu dieser Zeit stets in der Nähe des Microgameten. Zwei der aus dieser Teilung entstehenden annähernd bläschenförmigen Kerne — sie entsprechen dem Wander- und stationären Kern der isogamen Infusorien — verschmelzen an

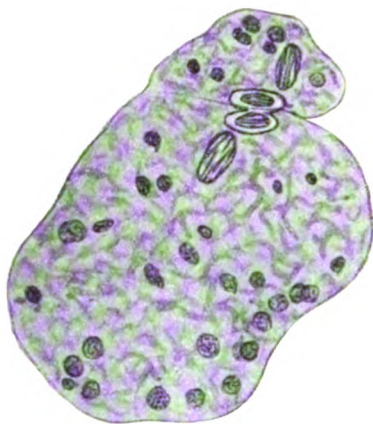


Fig. 5.

Befruchtung. Verschmelzung von Wander- und stationärem Kern.



Fig. 7.

Befruchtete Zygote. a u. b degenerierte Teilkerne.



Fig. 6.

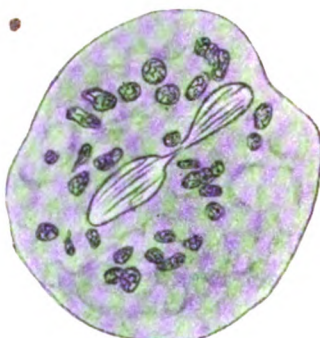


Fig. 8.

der Berührungsstelle der Gameten, und zwar verschmelzen die einander zunächst liegenden Kerne, die beiden übrigen gehen zugrunde (Fig. 5 u. 7). Die weitere Entwicklung der Zygote vollzieht sich bei *Ophrydium versatile* ebenso wie bei *Vorticella nebulifera*. Nach dreimaliger Teilung (Fig. 8 erste Teilung) entstehen aus dem Befruchtungskern acht Kerne, von diesen acht Kernen sind sieben rund

(wenn das Tier sich zusammengezogen hat) und von einer breiten flüssigen Zone umgeben. Aus ihnen entwickelt sich der Macronucleus des neuen Tieres. Der achte, der Geschlechtskern, ist klein und länglich. In diesem Stadium ist das Cytostom und der periovale Wimperkranz wieder vorhanden. Durch Teilung des Micronucleus und Durchschnüren der ganzen Zelle entstehen zwei Tiere, von denen das eine drei, das andere vier Macronucleusanlagen enthält. Derselbe Vorgang wiederholt sich noch dreimal, es resultieren zuerst drei Tiere mit je zwei und eins mit einer Macronucleusanlage. Durch eine letzte Teilung wird die gleiche Anzahl somatischer Kerne in allen Tochtertieren hergestellt. Die ursprünglich plumpe Macronucleusanlage wächst allmählich zum gewundenen Macronucleus des fertigen Tieres aus.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß sehr häufig zwei Microgameten sich an einem Macrogameten heften. Die Entwicklung dieser beiden Microgameten vollzieht sich ungefähr gleichzeitig, es kommt schließlich zur Ausbildung eines Wander- und eines stationären Kernes. Ob wirklich doppelt befruchtete Zygoten vorkommen, kann ich noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten.
(Direktor: Ober-Medizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

Zur Morphologie und Biologie von *Colpidium colpoda*.

Von
S. v. Prowazek †.

(Hierzu 14 Textfiguren.)

Während mehrjähriger Untersuchungen an dem ciliaten Infusor *Colpidium colpoda* kam ich in die Lage, die Morphologie und Biologie dieses Protozoons möglichst eingehend zu bearbeiten und dabei verschiedene Fragen allgemeiner Natur zu berühren; über die bisherigen Ergebnisse soll hier ein vorläufiger Bericht erstattet werden, da die Untersuchungen für längere Zeit eine Unterbrechung erleiden werden.

Bei dem überaus häufigen *Colpidium* scheinen zwei Unterarten vorzukommen; der Großkern der einen Form zerfällt bei der Conjugation in zwei und mehr Teile (HOYER), während die von mir untersuchte Art stets einen einheitlichen Großkern besaß (BÜTSCHLI). Die Längsstreifen sind bei ihr nicht so zahlreich und so deutlich, wie von SCHEWIAKOFF angegeben wird. Nach wiederholten, neueren Zählungen konnte ich gegenüber einer eigenen früheren Angabe (ca. 30) nur ca. 24 Längsstreifen maximal feststellen, dagegen stimmt meine Berechnung der Zahl der Cilien mit den Angaben von SCHEWIAKOFF ziemlich überein.

Die Cilien sitzen oft anscheinend gedoppelten Basalkörpern auf, die durch Fibrillen (Eisenhämatoxylin, Gram) verbunden sind. Sie sind meist andeutungsweise sichelförmig gebogen und bestehen aus einem nach LÖFFLER stark färbbaren Mittelstück und einem abgesetzten kürzeren, helleren Endstück. Durch Sudanlösungen, Ammoniak usw. verbreitern sie sich etwas und in der Ciliensichel kommt das Achsenstück zum Vorschein. Zwischen den Cilienreihen

liegen oft felderweise angeordnete, unregelmäßige „fettartige“ Gebilde (N. MAIER), die HOYER fälschlich als Basalkörper gedeutet hatte.

Bei Zusatz von verschiedenen Lösungen und Farbstoffen tritt zwischen den Geißeln eine Schleimschicht auf, die sich mit Sudan leicht gelbrot anfärbt. Die Pellicula ist mit Saponin darstellbar, eine eigentliche Alveolarschicht fehlt (N. MAIER).

Im eigentlichen Entoplasma ist bei angepreßten Tieren keine eigentliche Struktur erkennbar. Unter Druck sowie bei Anwendung von verschiedenen Reagenzien tritt eine Art von Entmischung auf, die schließlich von einem Cavulationsphänomen abgelöst wird. Die Schilderung des Prozesses ist schwierig, da seine einzelnen Phasen rasch ineinander übergehen.

Die Cavulationskugeln sind isolierbar (Saponin 1:100) und färben sich nach GIEMSA rötlich blau. Sobald die Cavula vollkommen deutlich ausgebildet sind, ist das Phänomen nicht mehr reversibel. Die Cavula sind nicht umgebildete Fetttropfen (Nierenstein), die neben ihnen mit Sudan nachweisbar sind, noch Entoplasmagranula, noch gequollene Mitochondrien (vgl. ASCHOFF). In manchen Individuen habe ich mit E.-H. schwärzbare bakterienähnliche Gebilde beobachtet, die vielleicht mit den „Mitochondrien“ von FAURE-FRÉMIET identisch sind. Gelegentlich kommen im Entoplasma auch parasitische Bakterien vor.

Die kontraktile Vacuole färbt sich mit Neutralrot oft gelbrot und kann experimentell unter Umständen durch sekundäre Vacuolen (6) ersetzt sowie geteilt werden. Sie ist von einer mit Saponin darstellbaren Niederschlagsmembran umgeben. Für ihre Existenz und Funktion ist nach verschiedenen Merotomieversuchen das Vorhandensein des Cytostomas, des Macro- und Micronucleus sowie eines großen Teiles des Entoplasmas nicht notwendig. Die Vacuole pulsiert noch bei kavulierten Tieren.

Der Großkern besitzt besonders vor der Teilung ein Pseudocaryosom (RESCH), das aus von der Peripherie abströmenden Chromatinteilchen entsteht, in dem aber ein Centriol nicht nachweisbar war. Bei der Teilung funktioniert dieses Gebilde nicht als aktiver Teilkörper, sondern verhält sich nach Lagerung und Aussehen mehr wie ein FLEMMING'scher Zwischenkörper.

Encystierung. Bis jetzt sind Cysten von *Colpidium* nicht beschrieben worden. Mir gelang es nicht Cysten in Wildkulturen (Heuinfusionen) zu finden. In Individualkulturen traten nach längerer Zeit der Kultur sehr kleine, runde Colpidien auf, die schließlich keine Nahrung aufnahmen, ihre Bewegungen beschränkten und im

präcytostomalen Raum Granulationen führten. Die kontraktile Vacuole verlangsamte ihre Pulsationsfrequenz bis auf eine Stunde. Die meisten Tiere gingen zugrunde, daneben sind einzelne runde, bräunliche Cysten später gefunden worden. Durch Verdunstung des Wasser, Nahrungsänderung, Kultur in flachen Schalen konnte keine Encystierungsepidemie ausgelöst werden.

Conjugation.

Der Conjugationsvorgang kann oft ausgelöst, nicht verursacht werden durch: Hunger, Überführen der Colpidien in flache Schalen, 1 Proz. Lezithin usw.

Die Conjugation ist möglich unter Individuen einer Individuallinie, kann sehr bald nach einer Conjugation einsetzen (Wiederconjugation, ENRIQUES, KLITZKE) und kann unter Tieren stattfinden, die ungleich groß sind, von denen das eine einer bakteriellen Infektion anheimgefallen ist. Auch drei Individuen traten einmal zu einer Conjugation zusammen. Die Wiederconjuganten mit 4 Placenten zeigten bezüglich der Resistenz, der Bewegung usw. kein anderes Verhalten als die einfachen Conjuganten (vgl. Versuche von BOVERI an Seeigeleiern).

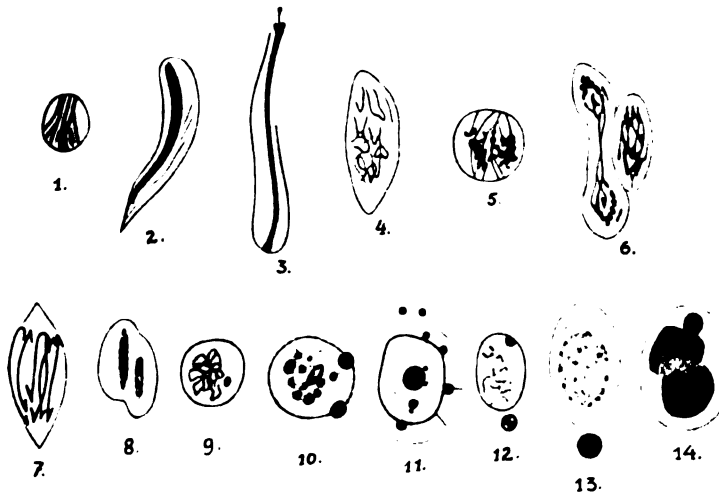
Die Conjugationspartner waren rücksichtlich der durch Neutralrot und LUGOL'sche Lösung darstellbaren Granulationen oft voneinander verschieden, auch legten sie nach der Trennung oft eine verschiedene Resistenz den Giften gegenüber an den Tag. —

In Kürze dargestellt läuft die Conjugation in folgender Weise ab:

Der Kleinkern vergrößert sich und in ihm tritt einseitig eine fibrilläre Differenzierung auf, die rasch nach einer Biokristallisation an Mächtigkeit zunimmt (Fig. 1).

Auf diese Weise wird das „Sichelstadium“ der Micronucleus (Fig. 2) erreicht; es besitzt die Form einer halbmondförmig gekrümmten Spindel, die heteropol ist. Auf der einen Seite ragt meist eine stärkere Fibrille mit einem centrosomähnlichen Korn hervor (Fig. 3); wahrscheinlich hat HOYER bereits diese Stadien beobachtet (Fig. 16 seiner Arbeit), nur sie unrichtig angeordnet. Der Deutung bereitet das folgende Stadium eine Schwierigkeit. Man findet nämlich selten wiederum halbmondförmige Kerne, in denen lose Chromosomenfibrillen angeordnet sind (Fig. 4). Erst später treten typische Spindeln (Fig. 5) auf, die dann die bekannten 3 Reduktionskörper liefern (Fig. 6). Eine eigentliche Netzbildung im Sinne der Metazoenzellen habe ich nicht beobachtet. Die Fasern treten, beziehungsweise zentrieren sich anscheinend erst sekundär zu einer Spindel (Fig. 5). Während in den Reduktionskernen das

Chromatin bald mehr körnig zerfällt, ordnet sich dieses in dem Befruchtungskern schleifenförmig um und das Plasma erleidet um die Micronucleusmembran eine strahlenförmige Ausbildung. Bei der Teilung des stationären Wanderkernes sind 6 Chromosomen (Fig. 7), deren Zahl sonst um 12 schwankte, gezählt worden. Auffallenderweise ist eine Verschmelzung der Kerne nur selten beobachtet worden (Fig. 8).



Vielleicht kann sie manchenmal unterbleiben (vgl. HOYER u. a.). Die „Placenten“ (2) vergrößern sich und in ihrem Innern scheint zuerst nur ein Kernfaden (Fig. 9) aufzutreten, der sich später aufteilt. Hernach treten Plastinsubstanzen in Tropfenform (Fig. 10) auf und täuschen zuweilen einen Nucleolus (Fig. 11) vor. Die Tropfen können auch cavulieren und treten durch die Kernmembran, ihr oft oft längere Zeit ansitzend, nach außen (Fig. 11). Dieses Stadium ist das einzige, wo mit Sicherheit ein Übertritt von Kernsubstanzen in das Protoplasma nachgewiesen worden ist. Auf den folgenden Stadien werden die von einem achromatischen Gerüstwerk durchsetzten Placenten sehr chromatinarm (Fig. 12, 13). Sie liegen direkt aneinander und scheinen zu einem Großkern zu verschmelzen (Fig. 14).

Der alte Großkern verklumpt zusehens, wird nach rückwärts gedrängt und ruht in einer Vacuole, in der zuweilen noch Chromatin nachweisbar ist. Er wird am Hinterende ausgestoßen (BÜTSCHLI). Nach der Conjugation sind die Infusorien sehr hinfällig — in Individuallinien weiter gezüchtet blieben gewöhnlich von 10 Kulturen nur drei bis zwei am Leben. Da aber während dieser Zeit die

Exconjuganten einer weitgehenden Reorganisation unterliegen, möchte ich diese Erscheinung nicht gegen die Korrekturtheorie der Conjugation geltend machen und sie etwa mit der höheren Säuglingssterblichkeit der Naturvölker vergleichen (vgl. demgegenüber JENNINGS).

Teilung. Die Teilung ist vom Wachstum unabhängig (JOLLOS). Es können in der Wärme, unter Saponineinfluß usw. große Tiere entstehen, die sich nicht teilen, während kleine Infusorien oft hintereinander sich teilen.

Der Teilungsvorgang setzt sich aus einer Reihe voneinander mehr oder weniger unabhängigen Teilvorgängen zusammen.

Zunächst rückt der Micronucleus von dem Macronucleus gegen die Pellicula und bildet eine intranucleare Spindel aus. Im Macronucleus strömen von der Peripherie derselben Chromatingranula zentralwärts und bilden ein Pseudocaryosom. Der Macronucleus wird zunächst fast im Querschnitt dreieckig verändert, das Pseudocaryosom erfährt eine Verbreiterung und liegt eine Zeitlang fast wie eine Äquatorialplatte in der Mitte des spindeligen Großkernes.

Die Mundöffnung entsteht unabhängig von dem alten Cytostoma; peripher tauchen zwei von Anfang an verschieden pulsierende Vacuolen auf.

Die Achsenstellung des Macro-Micronucleus und des Cytostoma ist zu Beginn der Vorgänge ziemlich voneinander unabhängig und variabel, wird erst durch die Regulationen der Morphe korrigiert, in die zweckmäßige bestimmte Lage gebracht.

Teilweise kann man die Teilvorgänge experimentell voneinander loslösen.

Durch Ammoniak (POPOFF), Saponin u. a. kann man eine Micronucleusteilung ohne Zellteilung anbahnen, durch ungleiche Teilungen können kernlose Infusorien entstehen. Eine Vielheit von Cytostomen zu erzeugen ist dagegen nicht gelungen. Bei der Teilung im eigentlichen Sinne des Wortes spielt die Pellicula mit dem angrenzenden Protoplasma eine aktive Rolle (RHUMBLER, HIDETSURUMARU ISHIKAWA) und ich habe den Eindruck gewonnen, daß die Teilung durch ein plötzlich einsetzendes Membranwachstum des Micronucleus sodann der Pellicula ausgelöst wird.

Der Macronucleus ist im Zelleib durch keine Intimstruktur, deren Vorhandensein für einen normalen Teilungsablauf notwendig wäre, fixiert — man kann den Macronucleus durch Druck verlagern, schließlich setzt doch die Teilung in normaler Weise ein.

Die Teilung ist von der Regeneration unabhängig, in manchen Fällen ist sie durch die letztere angeregt worden.

Die Teilung kann beschleunigt werden durch den Hunger,

Überführen in andere Flüssigkeit, wird ferner erhöht durch verschiedene Reagenzien.

Die Tochterzellen, die aus einer Teilung hervorgehen, verhalten sich bezüglich ihrer Resistenz den Giften (Saponin, Chinin) gegenüber bereits verschieden, auch ihre Bewegungen und Reaktionen auf Reize sind verschieden. Die Nahrungsvacuolen und Entoplasma-körnchen werden nicht in gleichmäßiger Weise verteilt. Die Vacuolen pulsieren von Anfang in einem verschiedenen Turnus. Bereits während des Teilungsvorganges machen sich weitgehende individuelle Verschiedenheiten bemerkbar.

Die Teilungsstadien selbst legen gegenüber den Giften (Sapronin, Chinin, Glyzerin), sowie Farbstoffen (Methylenblau, Neutralrot) eine größere Resistenz an den Tag und der Vorgang der Teilung wird durch sie nicht aufgehoben, eher schreitet die Durchschnürung rascher fort.

Durch Druck kann die Teilungsfurche rückgängig gemacht werden, im allgemeinen setzt sie wieder nach Aufhören des Druckes ein.

Beitrag zur Frage der Giftigkeit und Mutation.

Seit PERTY ist es bekannt, daß beim *Colpidium* zwei Formen vorkommen, eine schlanke und eine kleine, gedrungene. Es ist der Versuch gemacht worden, die eine Form durch lange Kultur unter verschiedenen Bedingungen (flache Schalen, hohle Objektträger, feuchte Kammer, Luftabschluß, Peptonzusatz usw.) in eine konstante umzubilden. Dieser Versuch führte zu keinem Ergebnis. Einigemale blieb zwar die schlanke Form lange Zeit erhalten, sobald aber alle Bedingungen der Umwelt einem Wechsel unterworfen worden sind [Kulturraum, Flüssigkeit und Nahrung (andere Bakterien)], so traten nach 12 Stunden wieder die breiten Formen auf.

Ferner wurden die Colpidien in so geringen Wassermengen kultiviert, daß die Zellen flach gedrückt wurden — auch in diesem Falle erhielt ich keine flachgedrückte Rasse. Auch Regenerationsversuche führten zu keinem Resultat. Schließlich wurden die verschiedensten Wildkulturen nach Variationen der Gestalt, des Cytostoma, der Streifung usw. durchsucht. Bezüglich der Versuche mit Schmal- und Breitformen ist oben bereits berichtet worden.

Cytostomvariationen sind von mir nicht gefunden worden, bezüglich der Streifung kam ich zu keinen eindeutigen Resultaten, da ihre Feststellung doch mit Schwierigkeiten verknüpft ist.

Da keine Veränderungen der Morphe erzielt werden konnten, sind Versuche mit Plasmagiften angestellt worden, um so Veränderungen mehr physiologischer Natur anzubahnen.

Das Saponin scheint in erster Linie ein Plasmagift zu sein, das das Cytoplasma in einen Cavulationszustand versetzt, während der Kern erst in sekundärer Weise beeinflusst wird.

Die Resistenz dem Saponin gegenüber ist bei den verschiedenen Colpidiumstämmen verschieden. Einige lebten in der Mehrzahl noch bei einer Konzentration von 15:100, während andere in einer Verdünnung von 1:800 abzusterben begannen.

Einmal wurde ein „spontan“ saponinfester Stamm gefunden, der in einer Saponinlösung von 1:100 lebte und sich sogar vermehrte. Einer neuerlichen Mitteilung zufolge hat bereits früher Dr. MOLDOVAN in Wien einen ähnlichen Stamm untersucht.

Diese spontane Saponinfestigkeit ist aber nicht als eine völlig neue „spontane“ Eigenschaft aufzufassen; stellt man die Versuche nämlich in Zentrifugenröhrchen an und zentrifugiert nach der „Abtötung“ des Stammes den ganzen Inhalt ab, so findet man fast immer in dem Sediment einzelne lebende Infusorien, die gleichfalls saponinfest sind.

Nach einer mehrmonatlichen Beobachtung des saponinfesten Stammes (F) begannen gegen Ende November 1914 einzelne Individuen aus unbekannten Ursachen abzusterben, die Kultur wurde von Cyklidium und Polytoma überwuchert, und die Saponinfestigkeit, die ich früher durch Alkali- und Säureeinfluß nicht brechen konnte, begann von selbst zu schwinden (vgl. Dauermodifikation JOLLOS). Saponinfeste Stämme kann man erhalten, indem man (Stamm B) mit der äußersten Dosis tolerata (1:1000) beginnend die überlebenden Infusorien von dem Saponin durch Centrifugieren und Waschen befreit, weiter kultiviert und jedesmal mit der Dosis hinaufgeht (1:900, 800, 700, 500, 100) (1. Sukzessive Auslese). Rascher zum Ziele kommt man durch die simultane Auslese (2.), indem von Anfang an durch Saponin 1:100 fast alle Colpidien abgetötet und die wenigen am Leben bleibenden weiter kultiviert werden.

Auch durch Individualauslese (3.) wurden neben Mißerfolgen saponinfeste Stämme $F\alpha$, $F\beta$, $F\gamma$, $F\delta$, $F\epsilon$, sowie $B\alpha$, $B\gamma$, $B\delta$, $B\epsilon$ erzielt, dabei war der Stamm $F\delta$ (5./11.), $F\epsilon$ (5./11.), $B\beta$ (2./11.), $B\epsilon$ (5./11.) zuerst nicht absolut saponinfest (1:100).

Der Stamm B4 (24./10.) aus einer sukzessiven Auslese, sowie der Stamm BII (24./10.), BIV (27./10.) und BV (23./10.) aus einer simultanen Auslese unterlagen einer Conjugationsepidemie, nach der zwar einzelne Tiere zugrunde gingen, ohne daß in der Folge die Saponinfestigkeit verloren gegangen wäre (vgl. Jungbrunnentheorie EHRLICH's und GONDER's).

Von B4 (24./10. sukzessive Auslese) wurden mehrere Conjugations-

paare einzeln isoliert; aus diesen Kulturen gingen die absolut saponinfesten (1:100) Stämme B4 α (3./11.), B4 β (4./11.) hervor, während der Stamm B4 γ (2./11.) am 9./11. noch relativ, am 10./11. aber absolut saponinfest war. Von B4 γ war die weitere Einzelkultur B4 δ (13./11.) absolut saponinfest, während in der Einzelkultur B4 ϵ (17./11.) bei 22° C Saponin 1:100 nach 1^h 30' fast alle Colpidien abgestorben sind.

Es gelang mir ferner eine Colpidienconjugation künstlich zu zertrennen und den einen Exconjuganten (28./10.) weiter zu kultivieren. Die Kultur war am 2./11. (Saponin 1:100 20° C) absolut saponinfest und blieb es in der Folgezeit.

Von der simultanen Auslese BII (24./10.) wurde am 29./10. ein Conjugationspaar isoliert; in der Kultur, die am 2./11. saponinfest war, trat am 10./11. eine neue Conjugationsepidemie auf, aus der 10 Conjugationspaare isoliert worden sind. Diese lieferten drei Kulturen 21, 22 und 3, die gleichfalls saponinfest geblieben sind.

Diese Kulturen stellen demnach Stämme dar, die zweimal das kaudinische Joch der Sexualität passiert haben, ohne ihre Saponinfestigkeit (1:100) einzubüßen. Offenbar bezieht sich diese physiologische Eigenschaft auf das Protoplasma, das zwar in der Conjugation eine gewisse Veränderung (Färbbarkeit, Stoffwechselprodukte) erleidet, aber nicht einer absoluten Kataplasie anheimfällt. In dieser Hinsicht müßte die Festigkeit der Cysten untersucht werden; Herr KLITZKE hat Chininversuche an Colpodacysten angestellt, sowie die Veränderung der Kerne (Schwund des Macronucleus usw.) in den Cysten untersucht. Da er als Kriegsfreiwilliger im Osten verwundet wurde, mußten die Untersuchungen eine Unterbrechung erfahren.

Derartige Giftfestigkeiten, die sogar zwei Conjugationszustände überdauert haben, ohne „gebrochen“ worden zu sein, ist man jetzt vielfach geneigt als Mutationen aufzufassen. Gegen eine derartige Bezeichnung können verschiedene, allerdings verschiedenwertige Gründe geltend gemacht werden.

1. Die geschilderte Saponinfestigkeit ist keine *toto coelo* neue Eigenschaft, sondern wie bereits angedeutet worden ist, ist sie in dem *Colpidium*protoplasma „vorgebildet“, enthalten (siehe oben S. 78).

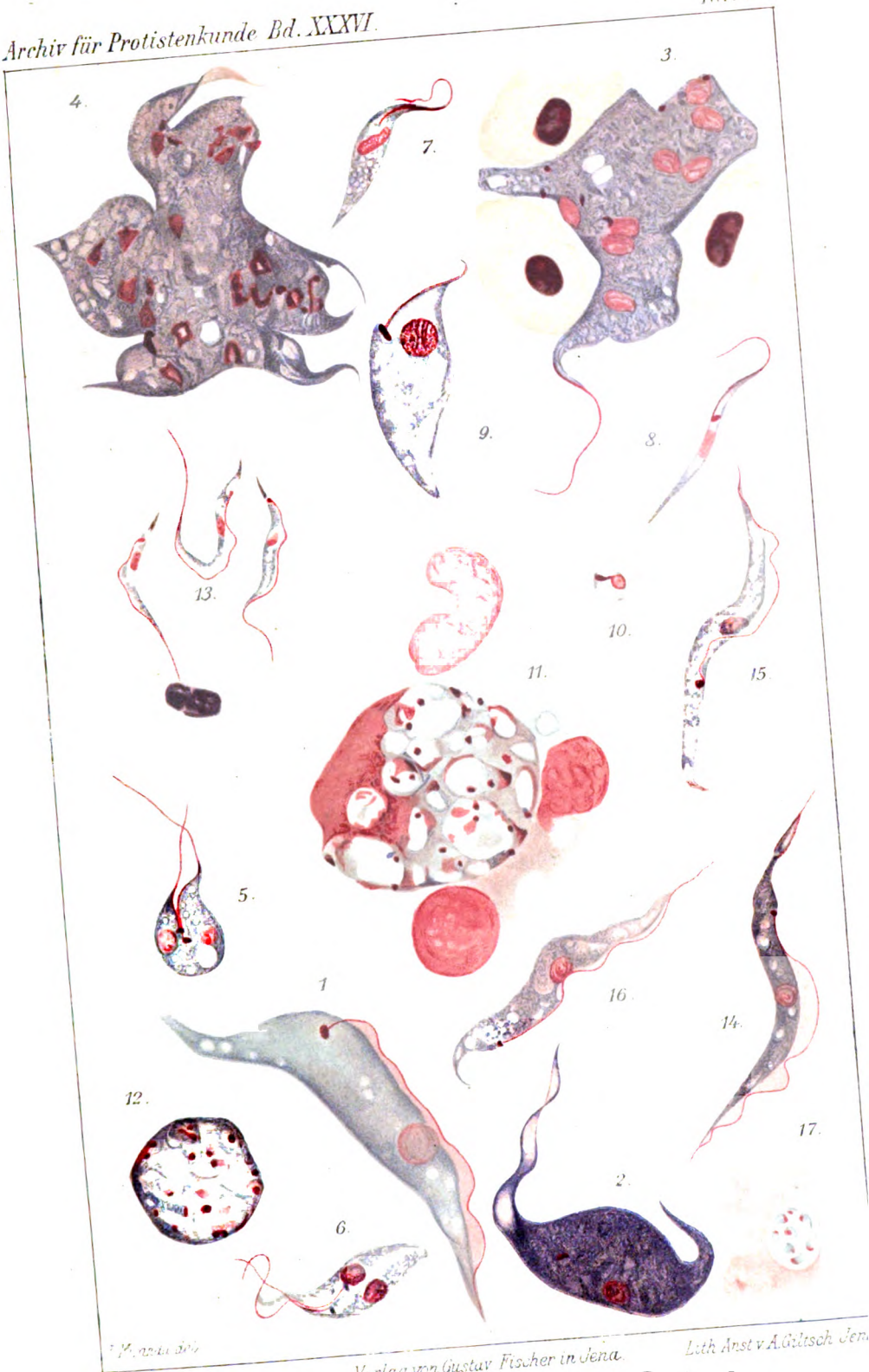
2. Der Begriff der Mutation bezieht sich auf eine Veränderung des Keimplasmas — der die Differenzierungen bestimmenden Erbanlage, die fast allgemein in den Kern verlegt wird. Bis jetzt ist aber kein eindeutiger Beweis erbracht worden, daß bei den Protozoen der Kern der Träger der Vererbung ist — manche, wenn auch nicht zwingende Versuche (Rege-

nerationsversuche an *Stentor* von PROWAZEK und POPOFF) sprachen nicht für eine derartige Annahme. Die morphogenen Differenzierungen der Protozoen hängen vielmehr vielfach und besonders bei den Ciliaten mit dem Ectoplasma (Pellicula) oder mit besonderen selbständigen, anscheinend kontinuierlichen Organoiden (Basalkörpern, Centriolen und ihren Homologen, Rhizoplasten usw.) zusammen. Leider ist es bis jetzt nicht gelungen die Kontinuität dieser Gebilde und mithin auch der Ectoplasmamorphe der Ciliaten in den Dauerzysten einwandfrei zu beweisen, wiewohl manche Stadien der *Balantidium*- und *Colpoda*-Encystierung (Teilungscysten) dafür zu sprechen scheinen. Diese notwendige Feststellung scheint mir aber der springende Punkt der Fragestellung zu sein. Bei der Conjugation knüpft die Renovation der Morphe bereits an bestehende Elemente an (vgl. HOYER). Vielleicht ist dieses bei der Excystierung auch der Fall.

Da die Protozoen zwar den Organisationswert der Zelle, aber den Funktionswert eines vielzelligen Organismus besitzen und in der Phylogenie (BÜTSCHLI, PLATE, WIESNER usw.) ihre besondere Wege gehen, so könnte auch bei ihnen die Vererbung einen Eigenweg eingeschlagen haben, wobei der Kern nur die Rolle eines Materialbereiters spielt; die Keimplasmatheorien besitzen wahrscheinlich bei den Protozoen keine Geltung.

3. Der Artbegriff ist mit dem Begriff der Mutabilität stets aufs innigste verwebt (H. DE VRIES).

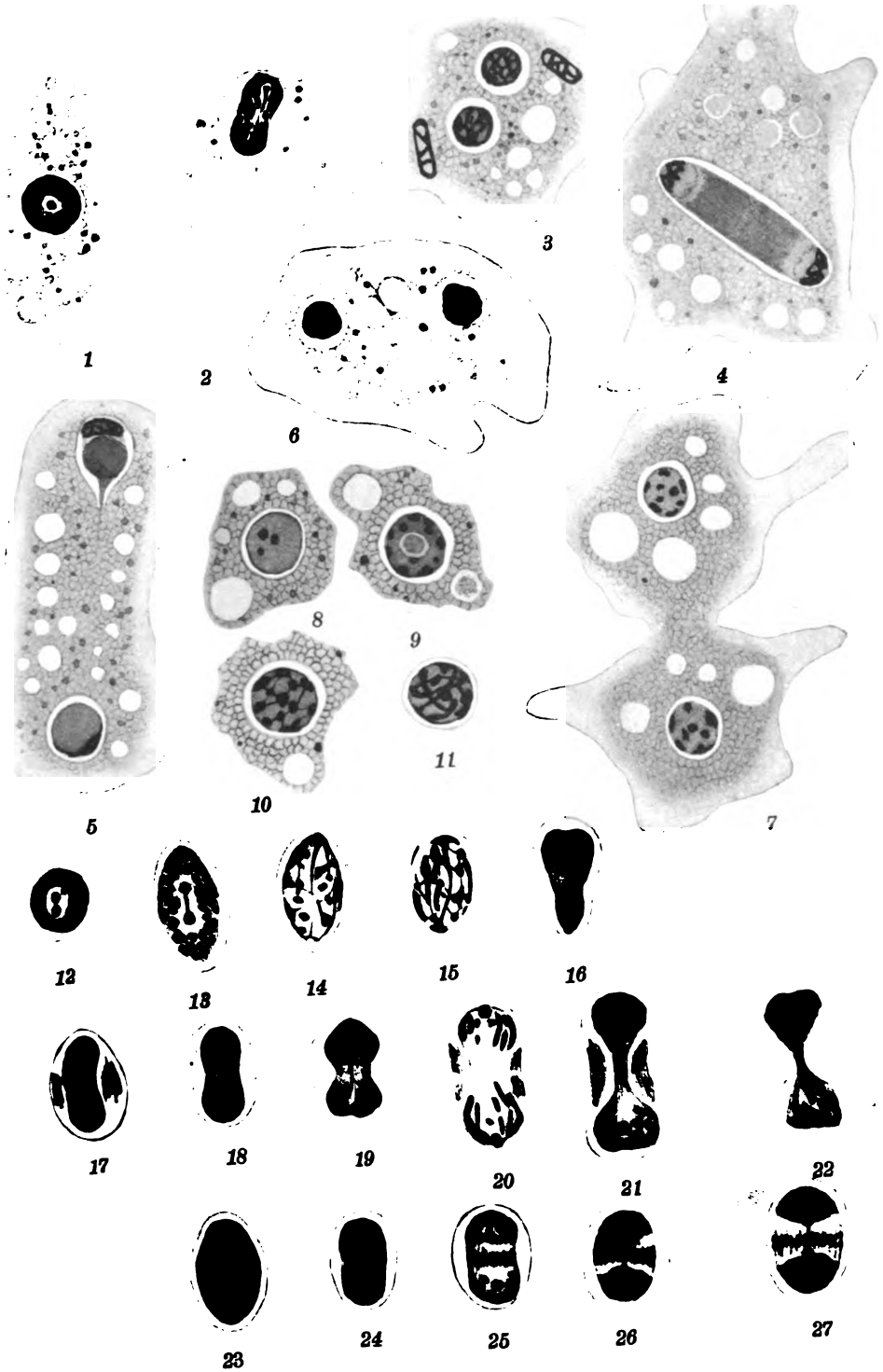
Der Artbegriff soll aber in erster Linie der Begriff einer systematisch-morphologischen Einheit sein und sich nur mit sichtbaren, morphogenen, nicht mit physiologischen Merkmalen befassen. Die Farbenreaktionen mancher Bakterien, wiewohl sichtbar, dürften nach dieser Definition nicht mehr Artbestimmer sein (vgl. Dysenteriebazillen). Die verschiedenen Giftfestigkeiten sind demgegenüber physiologische Fähigkeiten, die in erster Linie an das Protoplasma geknüpft zu sein scheinen, die in ihm virtuell enthalten, nicht als etwas Neues von außen hinzutreten. Das Zellplasma besitzt von Anfang an die Fähigkeit, auf verschiedene Insulte und Gifte zu reagieren oder nicht, und so erklärt es sich auch, daß es in der Natur spontan atoxylfeste Stämme von Trypanosomen des Mal de Caderas (HALBERSTÄDTER), von Rattentrypanosomen (GLEITSMANN unediert), von Malaria (NEIVA, NOCHT, WERNER u. a.) usw. gibt.



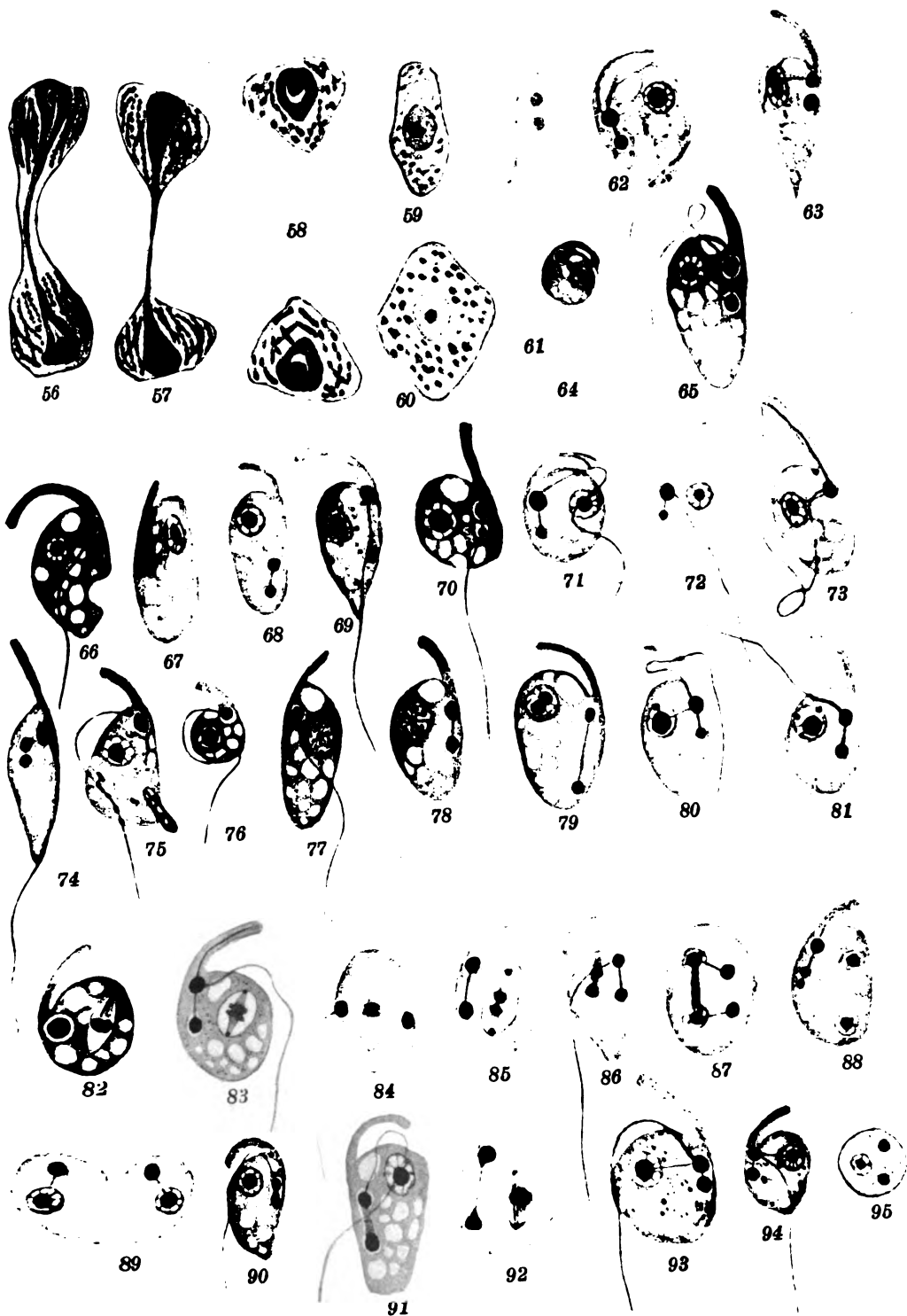
França

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lith Anst v. A. Giltisch Jena.









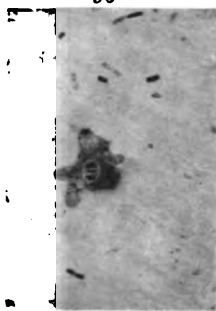
96



97



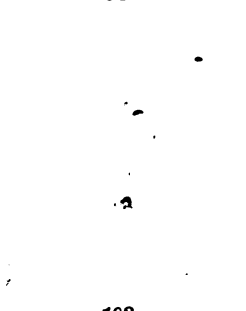
98



99



100



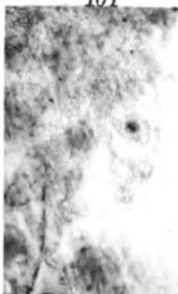
101



102



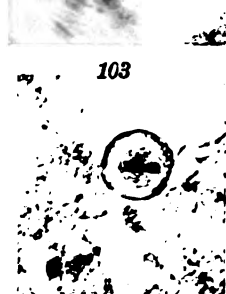
103



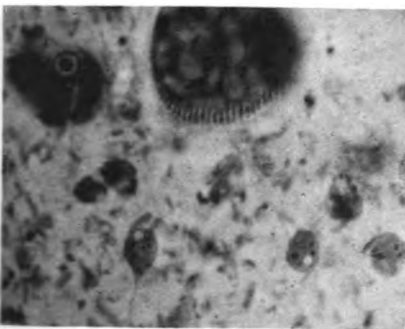
104



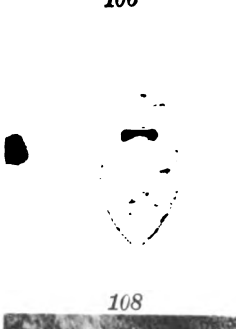
105



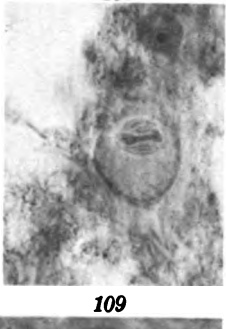
106



107



108



109



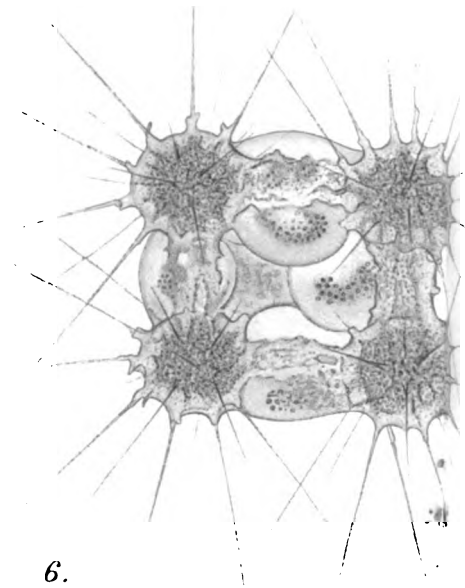
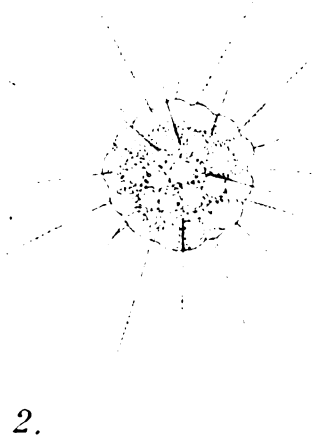
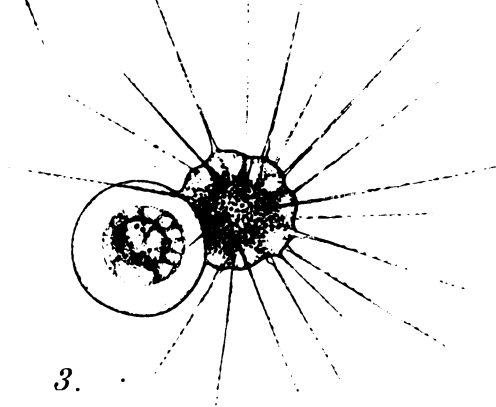
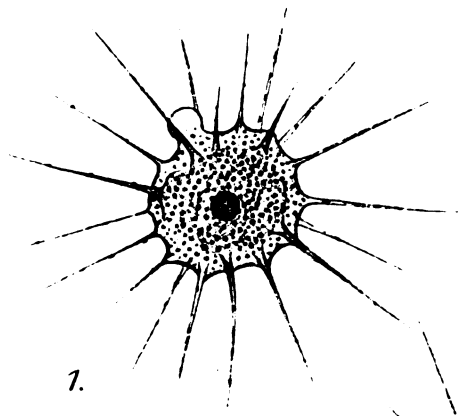
110

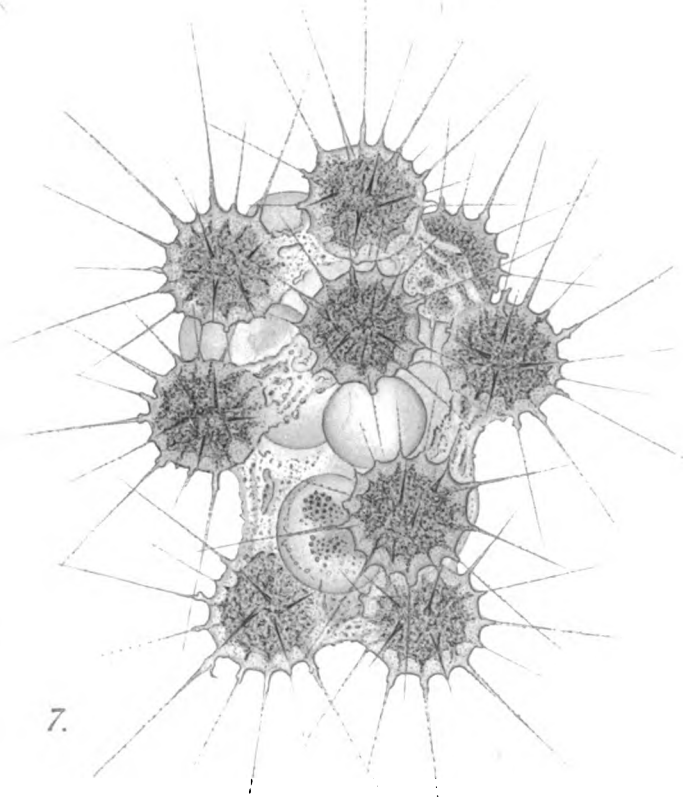
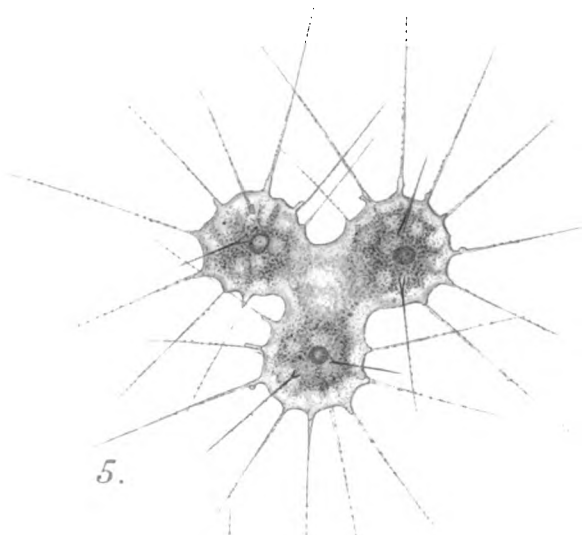
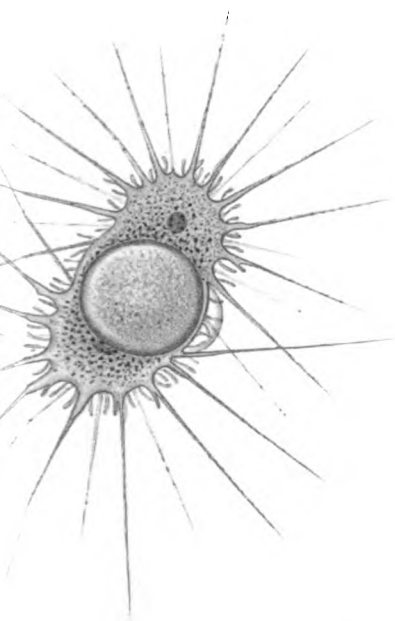


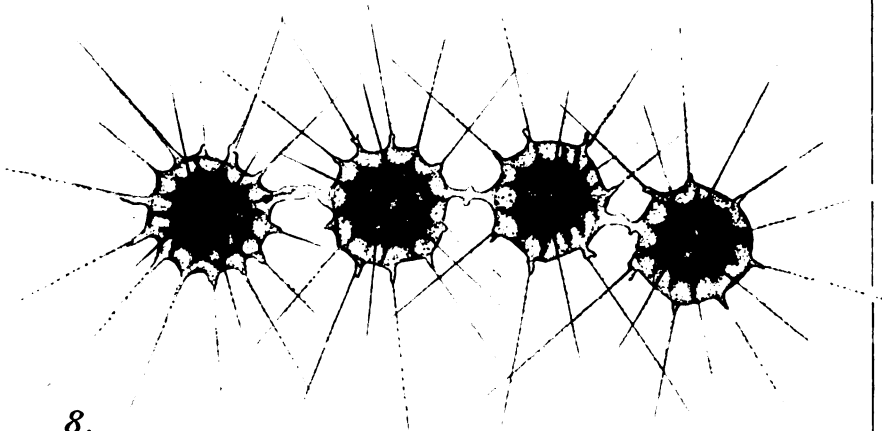
111



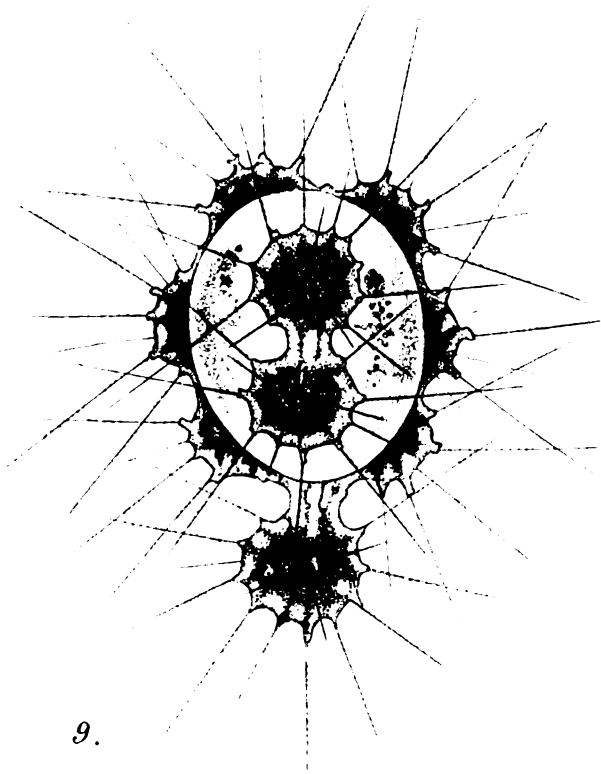
112







8.



9.

K Pfeiffer gez.

Sondheim

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lith. Anst. F. Weise Jena.

Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten.

(Einleitung und I. Teil)

Von

A. Pascher (Prag).

(Hierzu Tafel 7—9 und 14 Textfiguren.)

Diese Studien ¹⁾ verfolgen den Zweck zu zeigen:

- a) Es gibt rhizopodiale Organisationen, die in ihrer Organisation wie Lebensweise sich völlig wie echte Rhizopoden verhalten, dabei aber doch in ihren morphologischen Details unverkennbar eine enge Verwandtschaft mit bestimmten Flagellaten erkennen lassen.
- b) Derartige rhizopodiale Organisationen sind für fast alle Reihen gefärbter Flagellaten nachweisbar.
- c) Zwischen solchen völlig rhizopodialen Organisationen ²⁾ und typisch-holophytisch lebenden, gefärbten Flagellaten lassen sich bei einzelnen Reihen alle Zwischenstufen finden; bei anderen Reihen sind diese Zwischenstufen nicht in dieser Vollständigkeit vorhanden.

¹⁾ Sie stellen ein Teilergebnis von Untersuchungen dar, die sich ursprünglich nur auf eine Verwandtschaft zwischen gefärbten Flagellaten und Algen bezogen, die aber dann zu einem umfassenden Studium der gefärbten Flagellaten führten. Bei diesen letzteren Studien ergaben sich auch die unter obigem Titel zusammengefaßten Tatsachen.

²⁾ Derartige Organisationen hat bereits KLEBS (Zeitschr. f. Zool. Bd. 55), SCHERFFEL (Arch. f. Protistenk. Bd. 22), LAUTERBORN (Zool. Anz. 1911) für die Chrysomonaden nachgewiesen. Ihre Ergebnisse werden noch ausführlich in diesen Studien, die von der rhizopodialen Entwicklung der Flagellaten handeln sollen, besprochen werden.

- d) diese Zwischenstufen lassen sich im Sinne eines allmählichen Überganges von holophytischen zu animalisch lebenden, rhizopodialen Formen anordnen; andere isoliertere Zwischenstufen lassen sich wenigstens im Sinne eines solchen Überganges deuten.
- e) Dadurch gewinnt die Annahme, daß eine Entwicklung völlig rhizopodialer Organisationen aus holophytischen Flagellatenreihen stattfindet oder stattgefunden hat, an Wahrscheinlichkeit.
- f) Diese Möglichkeit rhizopodiale Seitenlinien zu bilden, ist nicht nur für eine bestimmte Flagellatenreihe, sondern für die meisten (soweit jetzt bekannten) Flagellatenreihen wahrscheinlich.

Es ist nicht unwahrscheinlich anzunehmen, daß es sich bei der rhizopodialen Entwicklung der Flagellaten um eine allmähliche Fixierung und Weiterentwicklung von Zuständen handelt, die zunächst nur durch die Einwirkung bestimmter äußerer (physikalisch-chemischer) Zustände auf einen bestimmten Organisationszustand eintreten. Wir wissen, daß rhizopodiale, amöboide Formen bei den verschiedensten Umständen eintreten können, und daß amöboide Stadien keineswegs auf die Protisten beschränkt sind.¹⁾ Die rhizopodiale Form darf in keiner Weise als ein Charakteristikum für primitive Organisation angesehen werden, sondern es liegt nahe, daß sie „zunächst nur die Anpassung an eine bestimmte Lebensweise (Ernährungsform) darstellt.“ Es ist von vornherein denkbar, daß derartige Ausbildungsweisen im Sinne einer sekundären Anpassung und als Ausdrucksform hierfür fixiert werden können.

Wir sehen ja etwas ganz Analoges bei der Entwicklung der Flagellaten nach einer anderen Richtung. Sehr viele gefärbte Flagellaten sind imstande unter dem Einfluß von äußeren Faktoren (Temperaturschwankungen, Nährstoff oder O-Mangel, Trockenheit) wie auch aus inneren, uns noch unbekannten Gründen, das bewegliche Stadium aufzugeben und ein gallertumhülltes Palmella- oder Gloeocystis-stadium auszubilden. Das geschieht gewiß nur temporär,

¹⁾ Vergleiche die Zusammenstellung der einschlägigen Fälle bei den Pflanzen in PASCHER's Arbeit: Über merkwürdige amöboide Zustände bei einer höheren Grünalge (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch., Bd. 27 S. 143), in welcher amöboide Stadien, die durch die Umwandlung von Schwärmern entstehen, für eine hochdifferenzierte Grünalge nachgewiesen wird.

rein fakultativ, teilweise als Anpassung an vorübergehende ungünstige Bedingungen. Nun können wir aber schrittweise feststellen, wie manche dieser Flagellaten — und dies nicht nur in einer einzigen Reihe, sondern diese Fähigkeit scheint bei allen Reihen realisiert zu sein — dieses Palmella- oder Gloeocystisstadium ausdehnen, und wir sehen, daß es in einem so beträchtlichen Teil des vegetativen Lebens besteht, daß es schließlich oft schwer wird festzustellen, ob dieses oder das bewegliche Stadium für den Organismus charakterisierend sei. Ja die Betonung dieser ruhenden Stadien geht schließlich so weit, und wir können alle Übergänge dazu feststellen, daß der Organismus den vegetativen Teil seines Lebens völlig ruhend verbringt und die beweglichen Stadien nur mehr zu Zwecken der Propagation ausbildet. Es ist also eine völlige Umdrehung erfolgt: war früher das bewegliche Stadium dominierend und das unbewegliche fakultativ, so ist schließlich letzteres dominierend geworden, während das bewegliche nur mehr fakultativen Charakter besitzt — und zwar sind diese beiden Extreme Schritt für Schritt vermittelt. Diese Entwicklung spielt sich nun nicht etwa bei ganz verschiedenen Organismen ab, sondern oft innert einer Gattung: die einen Arten leben nach dem einen, die anderen nach dem anderen Modus. Dabei tritt auch zugleich eine Verschiebung in der Vermehrung ein; im ersten Falle ist die Vermehrung mehr an die dominierenden beweglichen Stadien gebunden, im letzteren Falle fast ausschließlich auf die unbeweglichen beschränkt, bei denen die fakultativ gebildeten Schwärmer das Teilungsvermögen nimmer besitzen.

Ganz analog können wir auch die verschiedenen Stadien rhizopodiale Entwicklung anordnen. Zunächst gewiß nur rein fakultativ, unter dem Druck äußerer und innerer Verhältnisse, gebildet, ist die rhizopodiale Organisation mit der monadoiden abwechselnd, doch so, daß das monadoide Stadium das dominierende ist. Dann sehen wir aber, daß das vordem bloß fakultativ gebildete rhizopodiale Stadium im vegetativen Leben deutlich betont wird; daß es unter Betonung der animalischen Ernährung, das ontogenetische Abschlußstadium darstellt. Für den Organismus ist dann die rhizopodiale Form die dominierende, bei der Vermehrung kehrt er aber noch zur monadoiden Ausbildung zurück: er bildet Schwärmer. Schließlich wird die rhizopodiale Form so sehr betont, daß auch die Vermehrungsprodukte bereits rhizopodial sind, ganz analog der Tatsache, daß einzelne palmelloid und cellulär gewordene Flagellaten ebenfalls das Flagellatenstadium auch nicht einmal mehr als Schwärmer ausbilden, sondern es völlig unterdrückt haben.

Da die rhizopodiale Entwicklung zunächst eine immer mehr gesteigerte Betonung der animalischen Ernährung darstellt, im Gegensatz zur palmelloiden oder cellulären Entwicklung der Flagellaten, die unter Betonung des holophytischen Ernährungscharakters erfolgt, so sehen wir in den verschiedenen Stufen rhizopodialer Organisation auch dementsprechend allmähliche Reduktionen derjenigen Organe, die mit der sukzessive verloren gehenden holophytischen Ernährung in Zusammenhang stehen: der Chromatophoren (und der charakteristischen Assimilate), die mit geringer werdendem Farbstoffgehalt beginnen und schließlich mit dem völligen Verluste der plasmatischen Farbstoffträger enden. Es kommt zur völligen Apoplastidie: die extremsten rhizopodialen Formen, die nachweislich in genetischem Zusammenhang mit Flagellaten stehen, sind farblos, wie die meisten „echten“ Rhizopoden.

Die Reduktion der monadoiden Charaktere erfolgt aber selbstredend nicht gleichmäßig, weder quantitativ noch in Bezug auf die Reihenfolge: es gibt völlig apoplastide, rhizopodiale Ausbildungen, die ihre charakteristische Flagellatenorganisation noch bei der Vermehrung in ihren Schwärmen zeigen, — und Rhizopodenausbildungen, die noch die charakteristischen Chromatophoren und Assimilate ihrer Flagellatenreihe haben, aber das Flagellatenstadium völlig unterdrückt haben und keine Schwärmer mehr bilden.

Jedenfalls ist es möglich, dauernd rhizopodiale Ausbildung bei Flagellaten festzustellen, — und zwar nicht nur bei einer Reihe, sondern fast bei allen. Bei einzelnen dieser Reihen, speziell bei den Chrysomonaden, lassen sich diese Organisationen in einer fast lückenlosen Reihe von holophytischen Flagellaten bis zu apoplastiden Rhizopoden anordnen, — bei anderen Reihen sind nur einzelne, doch charakteristische Glieder dieser Reihe vorhanden.

Die Ausbildung rhizopodialer Formen kann aber bei den Flagellaten noch auf einem anderen Weg vermittelt werden. Wir finden bei sehr vielen Flagellaten animalische mit holophytischer Lebensweise vereinigt; zunächst erfolgt die Aufnahme organischer Körper durch gelegentlich gebildete Pseudopodien. Bei vornehmlicher Anpassung an diese Ernährung erfolgt eine ausgesprochene Weiterentwicklung dieser Pseudopodien, deren einzelne Etappen oft innert einer Flagellatenreihe realisiert sind: zunächst kommen Formen, die die Pseudopodien an bestimmten Stellen ausbilden, wobei sie jedesmal von neuem gebildet werden, — dann solche Formen, bei denen die Pseudopodien dauernd erhalten bleiben und den Charakter ausgesprochener Axo-

podien, mit peripher strömendem Plasma und zentralem Achsenstab annehmen. Immer bleibt aber dabei der Flagellatencharakter durch den Besitz der Geißel gewahrt. Nun können wir aber deutlich sehen, daß bei jenen Formen, die diese Axopodien besonders weit ausbilden, die sich also sehr weitgehend auf die animalische Ernährung einstellen, eine Reduktion der Geißeln stattfindet — ich werde diese Verhältnisse noch ausführlich bei den Chrysomonaden besprechen, bin übrigens auch in diesem Archiv Bd. 25 S. 153 bereits auf diese Verhältnisse eingegangen. Jedenfalls können wir uns auch auf diese Weise, durch schließliche, allmählich herbeigeführte Geißelreduktion, die Entstehung völlig rhizopodiale Formen deuten.

Eine anzunehmende Entwicklung von monadoiden zu rhizopodialen Formen zeigen nun fast alle Reihen gefärbter Flagellaten. Fast lückenlos kann sie bei den Chrysomonaden zusammengestellt werden. Bei den anderen farbigen Flagellaten findet sich dieser Zusammenschluß nicht vollständig, aber fast in jeder ihrer Reihen (nach unserer derzeitigen Kenntnis mit Ausnahme der Eugleninen und der Volvocalen —) finden wir rhizopodiale Typen, die einzelnen Punkten der vorhin angenommenen Entwicklung entsprechen, vor allem aber Formen, deren ontogenetisches Abschlußstadium rhizopodial ist. Dabei sind hier nur solche gemeint, die mit größtmöglicher Wahrscheinlichkeit mit den betreffenden Flagellatenreihen in Verbindung zu bringen sind. Solche finden sich nicht nur bei einer einzigen Flagellatenreihe; für die Chrysomonaden wurden derartige Formen ja bereits von SCHERFFEL, LAUTERBORN und PASCHER beschrieben, für die Heterochloridalen wies PASCHER den rhizopodialen Charakter von *Stipiticoccus* nach, andere Formen werde ich in der V. dieser Studien beschreiben; in der vorliegenden II. Studie wird eine Amöbe beschrieben, die unzweifelhaft eine rhizopodial gewordene Dinoflagellate ist; für die Cryptomonaden wird ebenfalls eine Form mit großer Wahrscheinlichkeit in einer dieser Studien nachgewiesen werden. Darnach wäre die Fähigkeit, rhizopodiale Organisationen zu bilden, allen Reihen gefärbter Flagellaten (mit der oben erwähnten Ausnahme) eigen; der Unterschied liegt nur darin, daß sie nicht alle dieses Vermögen in gleicher Weise dokumentieren und sich darin, ich möchte sagen, quantitativ verschieden verhalten.

Deshalb habe ich auch im vorläufigen Bericht über meine Studien über die genetischen Beziehungen zwischen Algen und Fla-

gellaten¹⁾ diese Entwicklungsmöglichkeit der Flagellaten ausdrücklich betont: „Im allgemeinen sind nun bei allen Reihen gefärbter Flagellaten folgende Entwicklungsmöglichkeiten realisiert: 1. die Weiterentwicklung als Flagellate, 2. die Entwicklung zu rhizopodialen Formen (Rhizopodenorganisation), usw.

Wenn aber für alle Flagellatenreihen (ich beziehe mich hier, wie wiederholt betont, auf die gefärbten Reihen) rhizopodiale Organisationen vorhanden sind, die einwandfrei den Zusammenhang erkennen lassen, dann ergeben sich vor allem zwei Konsequenzen.

Die eine habe ich bereits in der Systematik einiger Flagellaten gezogen: wir müssen in der systematischen Darstellung einer Flagellatenreihe den ausgesprochen flagellatenartig lebenden Formen jene Formen gegenüberstellen, die rhizopodial leben, auch dann, wenn letztere auch in ihrer Propagation keine Flagellatenstadien (Schwärmer) ausbilden. So gliederte ich bereits die Chrysomonadinen in *Euchrysomonadinae* und *Rhizochrysidinae*, ferner die Heterochloridalen in *Heterochloridinae* und *Rhizochloridinae*; in der zweiten dieser vorliegenden Studien werden ganz analog bei den Dinoflagellaten die *Rhizodininae* unterschieden, und dasselbe wird sich vielleicht, wie ich in einer weiteren Studie zeigen werde, auch bei den Cryptomonadinen als notwendig herausstellen, auch dort finden sich rhizopodiale Organisationen.

Aber noch eine weitere Konsequenz ergibt sich.

Ich erwähnte bereits, daß die angenommene rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten mit Formen endet, deren ganzes vegetatives Stadium rhizopodial wird. Viele von ihnen kehren, wie ich früher auseinandersetzte, bei der Vermehrung auf das Flagellatenstadium zurück, können sich nicht direkt in zwei rhizopodiale Teilstücke teilen, sondern die einzelnen Teilstücke wandeln sich vorerst noch in Schwärmer um, die in ihrer Organisation noch deutlich mit den monadoiden Formen übereinstimmen. Ich werde diese Fälle speziell bei den Chrysomonaden besprechen (vgl. auch die II. Studie). Alle diese Rhizopoden werden wir nach der Form der Schwärmer, sowie auch nach ihren eventuellen Chromatophoren, nach den Stoffwechselprodukten bei den entsprechenden Flagellatenreihen einordnen müssen. — Nun gibt es aber viele Rhizopoden, die keine solchen Schwärmer mehr bilden, die bei der Teilung direkt zwei

¹⁾ PASCHER, Über Algen und Flagellaten, Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft 1914. Bd. 32. S. 136—160.

oder mehrere rhizopodiale Teilstücke liefern. Bei diesen ist die Erkennung ihrer Flagellatenreihe bereits schwerer, wird aber dennoch ermöglicht durch bestimmte morphologische Details (Chromatophoren, Cysten, Stoffwechselprodukte); das trifft speziell bei vielen rhizopodialen Chrysomonadinen, den Rhizochrysidinen zu, — ich mache hier bereits auf die drei in der folgenden I. Studie besprochenen rhizopodialen Chrysomonadinen aufmerksam. — Je ausgesprochener aber die rhizopodiale Entwicklung, durch die immer stärkere Betonung der heterotrophen, animalischen Lebensweise wird, desto mehr gehen, es ist dies ganz in Analogie zu all dem, was wir auch von höheren Pflanzen wissen, einzelne dieser Merkmale zurück, sie werden desto rudimentärer: die Chromatophoren verlieren die Farbstoffe und werden funktionsunfähig, verblassen, verkleinern sich¹⁾ und verschwinden schließlich auch in ihren Anlagen ganz. — Der rhizopodiale Organismus ist schließlich farblos, apochromatisch, apoplastid geworden. Es ist dies übrigens nicht die einzige Möglichkeit der Entstehung apoplastider, rhizopodiale Organisationen bei den gefärbten Flagellaten, es ist auch denkbar, daß farblose, animalisch lebende Seitenarten gefärbter Flagellaten, die monadoide Form aufgeben und rhizopodial werden.

Farblose Rhizopodenorganisationen lassen aber ihre Verwandtschaft hier und da noch an ihrem Stoffwechselprodukt erkennen. Das trifft z. B. bei dem völlig farblosen, völlig rhizopodialen *Heterolagynion* PASCHER zu, das einem echten Rhizopoden völlig gleicht²⁾, aber noch das für die Chrysomonadinen charakteristische Leukosin hat. Nun ändern sich aber die Stoffwechselprodukte bei veränderter Lebensweise; einem auffallenden Beispiel begegnen wir bei den farblosen Cryptomonaden: *Chilomonas* (saprophytisch) besitzt, wie die meisten Cryptomonaden, Stärke, — die so nahestehende *Cyathomonas* aber, die animalisch lebt, hat nur Fette. Verliert nun analog dazu eine rhizopodial gewordene Flagellate, die völlig apoplastid ist, auch noch das charakteristische Stoffwechselprodukt und ergeben sich auch aus den morphologischen Details (wie charakteristischem Cystenbau oder Kernbau) keine Anhaltspunkte, dann ist der Untersucher, ob Zoologe oder Botaniker, meist außerstande, den betreffen-

¹⁾ Bei gefärbten Flagellaten wurde ja dies bereits experimentell durch bestimmte organische Ernährung bewirkt. (Vgl. die Untersuchungen ZUMSTEINS und die wertvolle Weiterführung derselben durch CHARLOTTE TERNETZ bei *Euglena gracilis*).

²⁾ So sehr, daß ein so ausgezeichnete Rhizopodenkenner wie PENARD (brieflich) erklärte, er hätte es für einen Rhizopoden angesprochen.

den Organismus mit seiner Flagellatenreihe in Beziehung zu bringen, seine Verwandtschaft ist in keiner Weise mehr zu erkennen, er wird unfehlbar bei den „Rhizopoden“ eingestellt werden und als echter Rhizopode gelten, trotzdem er ein Flagellatendeszendente ist. Das wäre bereits unzweifelhaft der Fall gewesen bei *Heterolagynion*, wenn nicht der Besitz von Leukosin Anhaltspunkte ergeben hätte, oder bei der in der folgenden II. Studie beschriebenen *Dinamoeba*, wenn sie nicht noch Schwärmer hätte.

Nun können aber solche Formen wohl von vielen Flagellatenreihen gebildet werden, denn sowohl für die Chrysomonadinen, wie auch für die Dinoflagellaten¹⁾ können apoplastide rhizopodiale Organisationen mit Sicherheit nachgewiesen werden; dann sind aber die farblosen Rhizopodialformen polyphyletisch, und all diese anschlusslosen Formen, die also gewiß nach ganz sekundären Merkmalen zu höheren Einheiten zusammengefaßt werden, brauchen in gar keiner Weise zusammenzugehören, sind *mixta composita*, deren rein natürliche Sonderung unmöglich ist und uns vielleicht nie glücken wird.

Dadurch spielt aber das ganze Rhizopodenproblem mit herein, denn wenn auf diese Weise apoplastide Rhizopoden, nicht nur von einer bestimmten Reihe, sondern von allen Reihen gebildet werden können, dann ist es ja wahrscheinlich, daß unter den jetzigen „echten“ Rhizopoden Flagellatendeszenten vorhanden sind, nur deshalb weil bei ihnen alle charakteristischen Flagellatenmerkmale rückgebildet wurden. Wie auch *Heterolagynion* und auch *Dinamoeba* bei den „echten“ Rhizopoden ihren Platz gefunden hätten, wenn nicht noch an ihnen je ein charakterisierendes, wenn auch reduziertes „Flagellaten“ merkmal erhalten geblieben wäre. Das alles macht aber sehr wahrscheinlich, daß unter den jetzigen Rhizopoden tatsächlich Formen vorhanden sind, die genetisch auf Flagellatenreihen zurückgehen.

Jedenfalls steht nach allen diesen Überlegungen fest, daß die Annahme engerer phyletischer Beziehungen zwischen Rhizopoden und Flagellaten, in dem Sinne, daß Flagellaten typisch-rhizopodiale Organisationen ausbilden können, sich daher wohl auch Rhizopoden von Flagellaten ableiten, viel für sich hat.

Eine weitere Stütze für diese Anschauung liefern uns aber die Rhizopoden selbst. In den vorstehenden Ausführungen wurde wieder-

¹⁾ Auch die noch später in Studie Nr. 5 zu beschreibenden rhizopodialen Heterochloridalen wie Cryptomonadinen, lassen leicht Reduktion der Chromatophoren erkennen.

holt betont, daß es rhizopodiale Organisationen gibt, die unzweifelhaft zu den Flagellaten gehören, das Flagellatenstadium aber nur mehr zu Zwecken der Vermehrung ausbilden; bei denen also das Flagellatenstadium nur mehr als Schwärmer (Zoosporen) auftritt, welche nach jeder Richtung hin den Charakter ihrer Flagellatenreihe zeigen und von ständig monodoiden Formen derselben nicht zu unterscheiden sind. Chrysomonadenrhizopoden bilden typische Chrysomonaden als Schwärmer aus, Heterochloridalenrhizopoden Schwärmer mit Heterochloridalencharakter (Studie V), Rhizopoden der Dinoflagellaten Schwärmer, die die Form von Gymnodinien haben (Studie II). Es läßt sich dabei immer zeigen, daß sich die Existenz der Schwärmer und ihre morphologische Kongruenz mit rezenten Flagellaten bei diesen rhizopodialen Organisationen aus der Verwandtschaft der letzteren mit den entsprechenden Flagellatenreihen ergibt. Dadurch werden uns aber die Schwärmer dieser Rhizopodenorganisationen auch für die phyletische Betrachtung bedeutungsvoll, sie haben dann eben nicht den Charakter bloß ähnlicher Formen, die durch Anpassung an ähnliche Lebensbedingungen entstanden sind; diese große morphologische Kongruenz hat eine tiefere, phyletische Ursache.

Diese phyletische Einwertung der Schwärmer teilt von Neueren spez. DOFLEIN¹⁾ nicht und er wendet dagegen den Umstand ein, daß auch bei Algen Flagellatenstadien als Schwärmer auftreten. Gerade dieser Hinweis auf die Algen ist aber denkbar unglücklich, denn je mehr sich unsere Kenntnis der gefärbten Flagellaten und Algen vertieft, desto klarer wird der phylogenetische Zusammenhang zwischen den einzelnen Algenreihen und den korrespondierenden Flagellatenreihen. DOFLEIN befindet sich damit im Gegensatz zu allen modernen Algologen sowohl, wie auch den botanischen Systematikern, die immer mehr die einzelnen Algenreihen und die ihnen entsprechenden Flagellatenreihen als systematische Einheiten zusammenfassen.²⁾

¹⁾ DOFLEIN, Lehrbuch der Protozoologie.

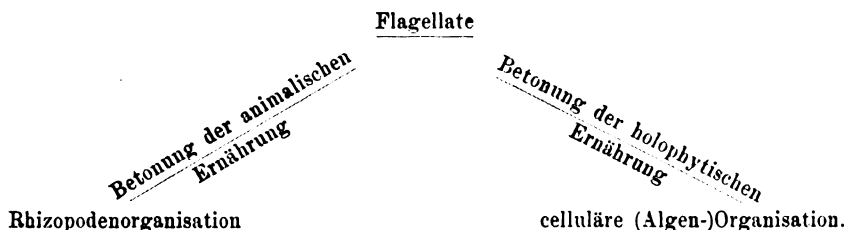
²⁾ Es sei hier nur auf: OLTSMANN, Morphologie und Biologie der Algen; LOTSY, Vorlesungen über botanische Stammesgeschichte; WETTSTEIN, Handbuch der systematischen Botanik hingewiesen. Hier seien auch die Arbeiten BLACKMAN u. TANSLEY's, SCHERFFEL's erwähnt. Die letzte Zusammenfassung gab PASCHER in den Berichten der Deutsch. bot. Gesellsch. 1913/14 Heft 2. Alle Tatsachen drängen zur Annahme hin, daß sich jede einzelne gefärbte Flagellatenreihe zu „Algen“ entwickelt habe. Erstens finden wir alle Übergänge von Flagellaten zu Algen auch heute noch realisiert, dann zeigen aber auch die korrespondierenden Reihen im Zellbau wie im Chemismus fast völlige Übereinstimmung; schließlich stimmen die Schwärmer der einzelnen Algenreihen mit rezenten Flagellaten der entsprechenden Flagellatenreihen völlig überein, so sehr, daß es meist unmöglich ist, im gegebenen

So sind gerade die Algen für die phyletische Einwertung der Schwärmstadien von Bedeutung und ich möchte, in Analogie hierzu, sowie nach den tatsächlichen, vorhin besprochenen Beziehungen von Flagellaten und rhizopodialen Organisationen, die die Verwandtschaft

Fälle zu entscheiden, ob es sich um einen Schwärmer oder um eine echte Flagellate handle und nur die Entwicklungsgeschichte Klarheit schaffen kann. Will man hier von einer gleichsinnigen Anpassung an ähnliche Lebensformen sprechen, so kann sich diese Annahme nur darauf beziehen, daß eben infolge der gleichen Lebensbedingungen Flagellatenstadien als Propagationsformen bei den verschiedenen Algenarten erhalten blieben, — nicht aber darauf, daß ähnliche Bedingungen bei den verschiedenen Algenarten unabhängig voneinander die Entstehung der Schwärmerformen veranlaßten. Denn in diesem Falle wäre es höchst merkwürdig, daß die Chlorophyceen, die in allem mit Chlamydomonadinen übereinstimmen, ohne mit den Chlamydomonadinen verwandt zu sein, also unabhängig von ihnen, Schwärmer bildeten, die von Chlamydomonaden nicht unterschieden werden können. Und dieser Zufall soll sich nicht hier, sondern auch bei den Heterokonten, den Dinophyceae, Cryptophyceae, Desmodontae, Chrysophyceae wiederholt haben und in jedem Falle einen Schwärmertyp geschaffen haben, der sich zufällig bis ins kleinste mit einer Flagellatenreihe deckt, die, ohne daß sie mit den betreffenden Algen verwandt wäre, doch auch in allem anderen mit ihnen übereinstimmen würde. Daß die Heterokonten Schwärmer mit ausgesprochenem Heterochloridalencharakter, die Dinophyceen solche mit Dinoflagellatencharakter, die Cryptophyceae welche mit Cryptomonadencharakter, die Chrysophyceen typische Chrysomonadenschwärmer haben, kann doch nicht phyletisch bedeutungslos sein. Umsoweniger als wir zwischen den korrespondierenden Flagellaten und Algenreihen alle Übergänge finden und bei keiner Algenreihe imstande sind, sie von den Flagellaten scharf abzugrenzen. Das alles ist doch nur bei innerlich gleicher Konstitution, bei engster Verwandtschaft möglich und die Botaniker haben in einzelnen Fällen bereits längst die Konsequenz gezogen und die korrespondierenden Flagellaten und Algenreihen zu systematischen Einheiten vereinigt: die Volvocales zu den Chlorophyceen gestellt; für die Dinoflagellaten wiesen KLEBS und PASCHER die cellulären Algenformen nach und die Dinoflagellaten werden samt ihren cellulären Formen zu den *Dinophyceae* zusammengefaßt; bei den Cryptomonaden wurden, durch alle Übergänge verbunden, fadenförmige Ausbildungen aufgewiesen: sie zusammen bilden die Cryptophyceae; dasselbe trifft auch für die Chrysomonaden zu, deren celluläre — auch hier wurden fadenförmige Stadien gefunden (PASCHER, CONRAD) — Ausbildungen mit ihnen die Chrysophyceae bilden: und bei all diesen abgeleiteten „Algen“formen immer charakterisierende Schwärmerstadien, die sich mit freilebenden Flagellaten absolut decken. Gerade bei den Algen spricht alles für die phyletische Bedeutung der Schwärmer, gerade deshalb, weil sie in ihrer Morphologie charakterisierende Details der entsprechenden Flagellatenreihen trennend bewahrt haben. Dabei ist es gar nicht notwendig anzunehmen, daß die Algen sich direkt von rezenten Flagellatenreihen ableiten, denn auch die Flagellaten haben eine Entwicklung hinter sich, aber der gemeinsame Bau der freilebenden Flagellaten und der bloß fakultativ gebildeten Flagellatenstadien jeder Algenreihe, der gemeinsame Chemismus und deren gemeinsame Zellorganisation lassen eben nur die eine Annahme übrig, daß sie eben miteinander verwandt sind. Daraus ergibt sich auch die phyletische Bedeutung der Schwärmer

mit Flagellaten noch mannigfach erkennen lassen, auch den Rhizopodenschwärmern phyletische Bedeutung zusprechen. Zu ihrer phyletischen Auswertung ist es allerdings notwendig, daß sie besser als bis jetzt (was wir morphologisch und cytologisch von ihnen wissen, ist blutwenig) bekannt werden. Dann aber meine ich, ist es wahrscheinlich, daß sich auch hier Resultate ergeben werden, die die Annahme enger verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen Rhizopoden und Flagellaten wahrscheinlich machen.

Jedenfalls stellen nach unseren Kenntnissen die Flagellaten ein ungemein plastisches Material für die Entwicklung dar; nach der einen Seite stehen sie, und zwar jede einzelne Flagellatenreihe, unter Betonung der holophytischen Ernährung durch alle Zwischenformen so sehr mit den Algen in Verbindung, daß ihre phyletische Bedeutung für letztere einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit hat, auf der anderen Seite bilden sie unter Betonung der animalischen Ernährung (und die Rhizopodenform stellt zunächst nichts anderes dar, als den morphologischen Ausdruck einer Anpassung an die animalische Lebensweise) völlig apoplastide, typische Rhizopodenorganisationen aus und vermitteln diese ebenfalls durch zahlreiche Übergänge, so daß eigentlich für fast alle gefärbten Flagellatenreihen folgendes Schema paßt:



Die folgenden Studien bringen nun Belege für die Wahrscheinlichkeit einer rhizopodialen Entwicklung bei den Flagellaten. Die ersten beiden behandeln: rhizopodiale Organisationen aus der Verwandtschaft der Chrysomonadinen; — sowie eine neue Amöbe (*Dinamoeba*) mit dinoflagellatenartigen Schwärmern. Die anderen befassen sich (in freier Reihenfolge) mit einigen interessanten

der Algen. Wie sich nach unseren derzeitigen Kenntnissen der Zusammenhang zwischen Flagellaten und Algen darstellt, und fast jede Flagellatenreihe schließt sich unter Betonung der holophytischen Ernährung durch zahlreiche Übergänge an eine Algenreihe an, darüber soll später in diesem Archiv noch eine Übersicht gegeben werden, derzeit sei auf meine bereits zitierte Arbeit: Über Flagellaten und Algen in den Berichten der deutschen bot. Gesellschaft hingewiesen. (Bd. 32.)

animalisch lebenden Chrysomonaden; der rhizopodialen Entwicklung der Chrysomonaden; plasmodialen Organisationen aus der Verwandtschaft der Flagellaten; — der Verbreitung rhizopodiale Stadien bei den *Heterochloridales*, *Cryptomonadinae*, *Dinoflagellatae* usw.

In einer letzten Studie soll dann schließlich eine zusammenfassende Darstellung des Ganzen sowie eine kritische Verarbeitung der einschlägigen Literatur gegeben werden. Es sei dies deshalb ausdrücklich hier bemerkt, weil in den vorhergehenden Studien die Literatur nur im Notwendigsten berücksichtigt ist. Daran ist aber nur der Umstand schuld, daß mir bei meiner Erkrankung zunächst nur die Darstellung des Tatsachenmaterials möglich ist, während ich die zusammenfassende Darstellung unter Verwertung der einschlägigen Literatur auf eine mir günstigere Zeit versparen muß.

Über einige rhizopodiale, Chromatophoren führende Organismen aus der Flagellatenreihe der Chrysomonaden.

(Der Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten.

I. Teil.)

(Hierzu Tafel 7—9 und 14 Textfiguren.)

Für die Annahme der Entwicklung rhizopodiale Organisation aus Flagellaten haben eine ganz besondere Bedeutung solche Organismen, die in ihrer Organisation völlig Rhizopoden sind, dennoch aber in einzelnen morphologischen Details unverkennbar charakteristische Eigenschaften bestimmter Flagellatenreihen zeigen. Solche charakteristische Eigenschaften rezenter Flagellatenreihen sind der Besitz bestimmter Chromatophoren, Stoffwechselprodukte, charakteristischer Cysten und bestimmt geformter Schwärmer. Finden wir bei rhizopodiale Formen derart charakteristische Eigenschaften, so ist die Annahme einer genetischen Beziehung zu der entsprechenden Flagellatenreihe wahrscheinlich, um so wahrscheinlicher, je charakteristischer diese Eigenschaften nachzuweisen sind.

Organisationen, die ihr vegetatives Leben in einem rhizopodiale Stadium verbringen, dennoch aber mit aller Sicherheit auf die Zugehörigkeit zu Flagellatenreihen hinweisen, sind bereits mehrfach bekannt. Vorherrschend sind es Chrysomonaden. LAUTERBORN und SCHERFFEL zeigten, daß einige Arten der Chrysomonadengattung

Chrysopyxis rhizopodial leben, SCHERFFEL's *Chrysostephanosphaera* gehört hierher, ebenso wie eine Reihe nackter rhizopodiale Formen, die als *Rhizochrysis* zusammengefaßt sind. Bei den Chrysomonaden sind bereits mehrfach solche Formen gefunden, so daß es nötig wurde, diese dauernd rhizopodiale Formen den vorherrschend monadoiden Formen gegenüberzustellen; ich faßte sie als Rhizochrysidinen zusammen.

Hier seien nun drei weitere rhizopodiale Formen besprochen, die in ihrer rhizopodiale Entwicklung so weit vorgeschritten sind, daß sie sich den echten Rhizopoden völlig an die Seite stellen und bei dem Mangel monadoider Stadien wohl auch als echte Rhizopoden betrachtet worden wären, wenn nicht Chromatophoren, Stoffwechselprodukte, sowie Form und Chemismus der Cysten unzweifelhaft auf die Chrysomonaden hinwiesen. Und darum stellen diese neuen Formen einen wichtigen Beleg dar für die Annahme, daß unter Betonung der animalischen Ernährung und Anpassung an dieselbe völlig rhizopodiale Formen von den Flagellaten abzweigen können.

A. Rhizaster.

Ein an seine Lebensweise eigenartig angepaßter rhizopodiale Organismus, der in der Ausbildung seines Rhizopodensystems sowohl unter den echten Rhizopoden, wie auch unter den Flagellaten isoliert steht. Er lebt am Grunde stiller Gewässer und hat sich völlig auf diese Lebensweise eingestellt: ein in einem zarten Gehäuse lebender Protoplast mit langen, radspeichenartig abstehenden Rhizopoden, die annähernd in einer Ebene liegen und allem Anscheine nach die absinkenden organischen Partikelchen aufsaugen.

Das Gehäuse besitzt einen sehr feinen, verhältnismäßig langen Stiel, der mittels eines Haftscheibchens Algen oder anderen Substraten aufsitzt. Oft ist das Haftscheibchen, die benachbarte Partie der Alge sowie ein Teil des Stieles durch Eisenverbindungen inkrustiert und braun. Es war nicht sicher festzustellen, ob der Stiel eine direkte Fortsetzung des Gehäuses oder ein distinkter Teil war. Das Gehäuse selbst hat Becherform, seine Ränder neigen nicht zusammen, es ist ungemein zart und leicht zu übersehen, kann aber durch Gentianaviolett leicht sichtbar gemacht werden. Es gibt Zellulosereaktion. Der Stiel ist sehr elastisch und biegsam.

Im Gehäuse sitzt der Protoplast, dessen Oberfläche meist bis zur Gehäusemündung reicht. Eine Geißel war nie zu finden. Zwei gelbbraune Chromatophoren, fast wandständig, ungleich groß, waren

in jedem Individuum. Zwischen ihnen lagerte ein großer Leukosinballen, sowie Fettröpfchen (Osmiumsäure, Sudanrot III). Daneben fanden sich noch 2—3 scharf umrissene stark lichtbrechende Körperchen, die weder Stärkereaktion gaben, noch Fett oder Leukosin waren. Bei Jodzusatz färbten sie sich rotbraun. Ihre Natur ist mir zweifelhaft. Nahe der Apikalfläche waren 2—3 pulsierende Vacuolen zu bemerken. Der Kern war wie bei vielen Chrysomonadinen nur schwer sichtbar, meist war er ziemlich in der halben Höhe des Protoplasten, und einer Seite genähert.

Die Vorderfläche des Protoplasten, die sich meist in Mündungshöhe befand, war in lebhafter Pseudopodienbildung begriffen: fast unaufhörlich wurden neue gebildet, andere eingezogen, es war ein ständiges Wogen und Abebben kleiner plumper Fortsätze, die ungemein rasch ausgestreckt und ebenso rasch wieder eingezogen wurden. In einigen konnten deutlich Nahrungsvacuolen mit eingeschlossenen Bakterien gesehen werden. Manchmal zog sich der ganze Protoplast unter der Mündungsebene zusammen, oft quoll er aber förmlich über die Gehäusewände hinaus.

Das merkwürdigste an unserem Organismus, dessenthalb er auch den Namen *Rhizaster* bekam, war sein Rhizopodiensystem. Es erinnerte in seiner Ausbildung lebhaft an das Rhizopodiensystem der Cyrtophoreae¹⁾, mit denen *Rhizaster* ja auch das Spiel der kurzen Pseudopodien an der Vorderfläche des Protoplasten gemeinsam hat. Vom Rande der Vorderfläche der Protoplasten aus wurden nämlich mehrere ungemein zarte Rhizopodien gebildet. Während sie aber bei den Cyrtophoreae, speziell bei *Cyrtophora* PASCHER und *Palatinella* LAUTERBORN, nach vorwärts gerichtet und mehr oder minder reusenartig angeordnet sind, strahlen sie hier wagerecht vom Protoplasten aus. Radspeichenartig, mit dem Protoplasten als Mittelpunkt, liegen sie meist annähernd in der Ebene der Gehäusemündung. Ihre Zahl schwankt: meist sind es 6—8, manchmal mehr oder weniger. Sie sind ungemein zart, nur bei starken Vergrößerungen wahrzunehmen; nur gegen ihre Wurzel zu verdicken sie sich rasch. Stellenweise lassen sie deutliche Körnchenströmung erkennen. Gleichwohl sind sie nicht so hoch organisiert wie die Tentakel der Cyrtophoreae, die deutlich einen Achsenstab und peripher strömendes Plasma erkennen lassen. Ihre Länge ist ganz bedeutend, einzelne, und das

¹⁾ Vergleiche Chrysomonaden in PASCHER, Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 2 S. 20.

geschieht nicht zu selten, sind 18—45 mal länger als der Durchmesser der Gehäusemündung, sie beherrschen demnach, da sie radiär gelagert sind, einen Kreis, der im Durchmesser 30—90 mal den des Gehäuses übertrifft. Diese feinen Rhizopodien sind ziemlich steif, dabei biegsam, bei der Beobachtung unter dem Deckglase wurde immer eine Reihe davon gebogen; oft war deutlich zu sehen, wie sich ein solches, infolge der allgemeinen Lageveränderung gebogenes, Rhizopodium wieder elastisch gerade streckte. Dabei war ihre Länge ungemein wechselnd, sie verkürzten sich oft sehr, um sich plötzlich stoßartig wieder zu verlängern; Verlängern und Verkürzen erfolgte oft in rascher Folge. Oft aber verkürzte sich das Rhizopod immer mehr und mehr; dabei schwoll sein Basalteil immer mehr an, schließlich war er ganz eingezogen, und nur ein kleines lappiges Pseudopodium blieb.

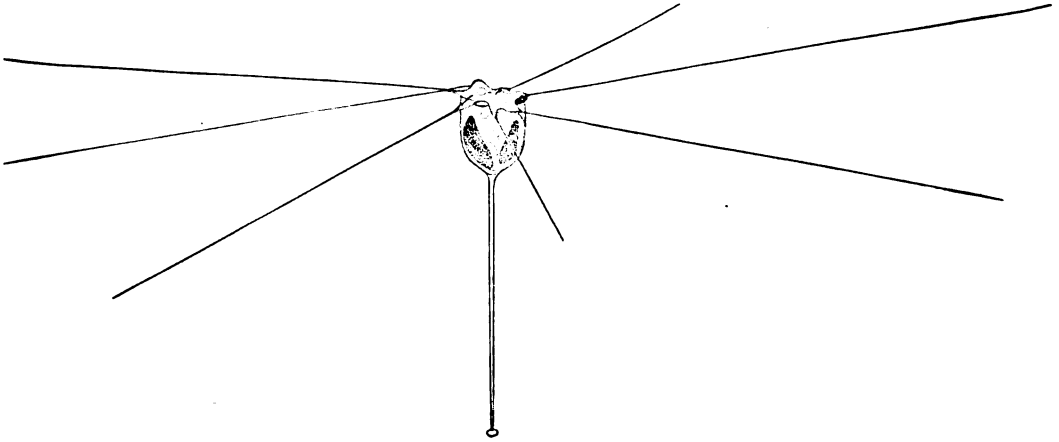


Fig. 1. *Rhizaster crinoides* (Kombinationsfigur).

An diesen Rhizopodien blieben, wie deutlich beobachtet werden konnte, kleine Organismen kleben, es bildete sich dort eine Plasmaanhäufung, das Bakterium wurde überflossen und durch die Strömung dem Protoplasten genähert. Ich konnte aber nicht sicher herausbekommen, ob die Verdauung in den Rhizopodien stattfindet, oder ob, ähnlich wie bei den *Cyrtophoreae*, die Organismen dem Protoplasten genähert und hier verdaut werden.

Das Merkwürdigste war nun der Umstand, daß sich diese Rhizopodien nicht nur verkürzten und verlängerten, sondern auch sonst bewegten. Es sei aber ausdrücklich bemerkt, daß spontane Einkrümmungen infolge Nahrungsaufnahme oder infolge von Reizen

(Erschütterungen, plötzliche Bestrahlung), wie sie bei den Cyrtophoreen so charakteristisch sind, hier nie beobachtet wurden. Ihre Bewegung war vielmehr ganz anders. Jedes Rhizopod konnte eine Art schwingende Bewegung um eine bestimmte Ruhelage machen. Diese Bewegung fand annähernd in der Ebene der Rhizopodien statt, war also, wenn man den Organismus sich vertikal denkt (welche Lage er auch normalerweise einnimmt) annähernd horizontal. Die Winkelgeschwindigkeit war meist ziemlich groß, die Bewegung selbst aber hart, ruckartig, stoßend. Es wurde auch nie bei einem Ruck die größte Ablenkung aus der Normallage erzielt, sondern solche Rucke folgten oft verschieden rasch hintereinander, oft sehr langsam, oft aber auch sehr schnell; der Effekt dieser Einzelrucke war auch nicht immer gleichsinnig, einige Rucke erfolgten in derselben Richtung, plötzlich bewegte ein Ruck das Rhizopod wieder um ein Stück rückläufig, worauf wieder die Bewegung in der ursprünglichen Richtung aufgenommen wurde. Die auf diese Weise bestrichenen Räume waren auch nicht immer gleich, oft erfolgte bereits definitive Umkehr, bevor noch das Rhizopod nach einer Seite hin eine extreme Lage hatte, kurz es wurden alle möglichen Kombinationen im Richtungswechsel sowohl, wie auch in der Weggröße beobachtet. Dabei erfolgten die Bewegungen der Rhizopodien absolut nicht gleichsinnig, weder in Richtung noch in Weggröße, noch gleichzeitig, jedes Rhizopod verhielt sich völlig eigens. Sehr oft bewegten sich zwei benachbarte Rhizopodien völlig gegenläufig, ja kreuzten sich in der Projektion und kamen übereinander zu liegen. Es war ein ständig wechselndes Bild, umsomehr als, wie bereits erwähnt, die Rhizopodien nicht dieselbe Länge behielten, sondern sich beständig verlängerten oder verkürzten. Deshalb entsprechen auch die beigegebenen Bilder nicht momentanen Zuständen, sondern Kombinationen aus den Bildern der nacheinander gezeichneten Rhizopodien. Daß die Bewegungen nur annähernd in der gleichen Ebene stattfanden, wurde bereits erwähnt, im allgemeinen waren die Projektionen der Vertikalbewegung klein, was aber natürlich nicht ausschloß, daß einzelne Rhizopodien manchmal sich bedeutend aus der Ebene heraus bewegten, was gewiß nur zum Teil auf die unnatürlichen Verhältnisse während der Beobachtung zurückgeführt werden kann.

Es konnte deutlich beobachtet werden, daß diese Bewegungen durch Protoplasmaumlagerungen an der Basis dieser Rhizopodien bewirkt wurden; plötzlich verdickte sich die Basis des Rhizopodiums einseitig; es schien als ob dadurch das Rhizopodium gerückt würde.

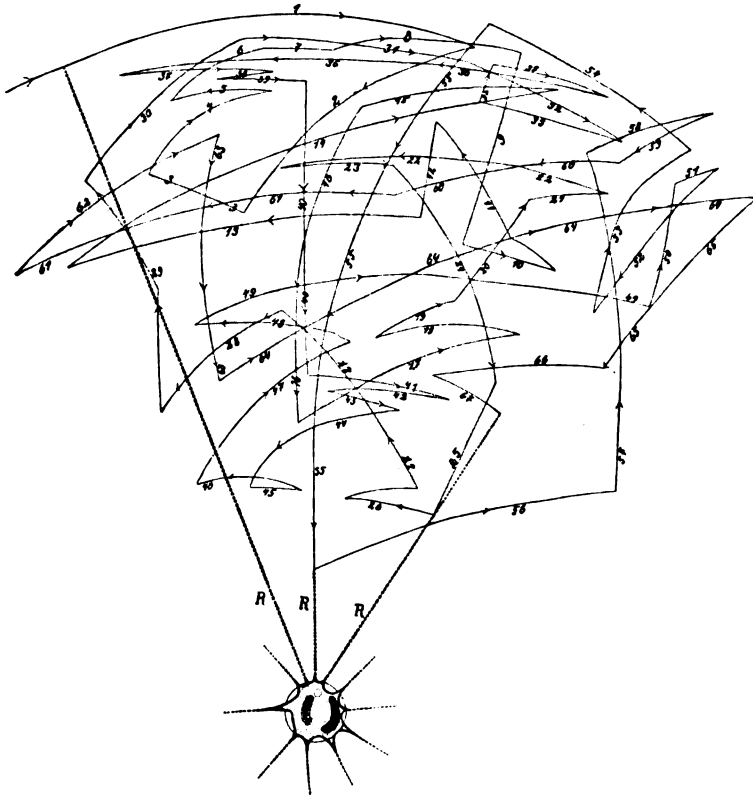


Fig. 2. Der von der Spitze eines radiären Rhizopodiums innerhalb 10 Minuten zurückgelegte Weg, unter Berücksichtigung der Winkelbewegung wie der Längenveränderung des Rhizopodiums und auf eine Ebene parallel der Ebene der Gehäusemündung projiziert gedacht. Die Ziffern geben die Aufeinanderfolge der einzelnen Wegabschnitte an. R das Rhizopodium in drei verschiedenen Lagen und Längen schematisch gezeichnet.

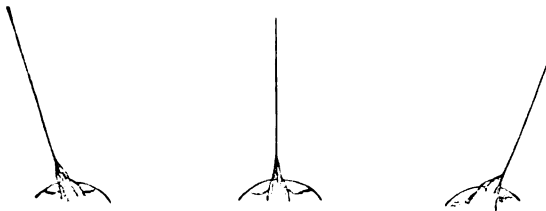


Fig. 3. Basis eines Rhizopodiums mit den verschieden gelagerten basalen Plasmaansammlungen in drei verschiedenen Lagen gezeichnet.

Daß die strahlenförmigen Rhizopodien oft ganz eingezogen werden, wurde bereits erwähnt. Vielfach auch nur eines. Manchmal aber haben starke Reize, plötzliche Temperatursprünge des Mediums, starke direkte Erschütterungen ein Einziehen sämtlicher Tentakel zur Folge, dann werden auch keine kleinen Pseudopodien auf der Oberfläche gebildet, der Protoplast liegt dann eiförmig kontrahiert im Gehäuse und nichts deutet die komplizierte Organisation an. Das Gleiche findet auch (doch nicht immer) bei der Teilung statt.

Es ist klar, daß *Rhizaster* einer der raffiniertest eingerichteten animalisch lebenden Chrysomonaden ist. Es scheint ganz zweifellos zu sein, daß die radspeichenartig orientierten Rhizopodien zunächst der Erlangung animalischer Nahrung dienen. Es geht dies sowohl aus der Analogie zu vielen anderen rhizopodialen Organismen hervor, wie auch aus der wiederholten direkten Beobachtung. Daß die Rhizopodien von *Rhizaster* wegen ihrer außerordentlichen Länge ganz besonders dazu geeignet sind, ist leicht abzusehen. Nun kommt aber noch der Umstand hinzu, daß die Rhizopodien beweglich sind, jedes für sich imstande ist, sich innerhalb eines relativ großen Bereichswinkels zu bewegen. Vermag auch ein einzelnes Rhizopodium nicht völlig herumzukreisen, so bestreicht doch die Gesamtheit der Rhizopodien eine Fläche, welche annähernd gleich kommt einem Kreis mit der durchschnittlichen Länge der Rhizopodien als Radius. Nun sind aber diese Rhizopodien 80—450 μ lang, der Durchmesser der im günstigsten Falle ausnutzbaren Kreisfläche, resp. der ausnutzbaren Wassersäule beträgt daher fast 1 mm, — eine riesige Fläche im Verhältnis zur Protoplastenvorderfläche, die kaum 10 μ im Durchmesser mißt. Es läßt sich leicht finden, daß die mittels der Rhizopodien ausnutzbare Fläche dann bis 100 mal größer sein kann als die bei so vielen Chrysomonaden allein ausnutzbare Vorderfläche der Protoplasten. — Allerdings muß bemerkt werden, daß diese Fläche nicht jederzeit völlig ausgenutzt wird.

Diese raffinierte Organisation von *Rhizaster* läßt sich aber auch in bezug auf die Umwelt, in der er lebt, begreifen. *Rhizaster* wurde am Grunde von stehenden Gewässern gefunden, die nur wenig oder gar keine energische Störung erfahren; hier sitzt er auf verschiedenem Substrat, Algen, doch auch an deren festen Partikeln auf. Seine normale Stellung ist die, daß der Stiel lotrecht, die Rhizopodien demnach ziemlich horizontal stehen. Diese annähernd horizontale Lage der

Rhizopodien wird auch durch ihre große Reibung im Wasser gesichert. Ich konnte oft beobachten, daß eine Lageveränderung des Substrates meist keine Lageveränderung der Ebene der Rhizopodien zur Folge hatte, sondern daß vielmehr die Lage dieser Ebene erhalten blieb, während sich nur der biegsame Stiel der Gehäuse entsprechend der Lageveränderung des Substrates drehte und bog. Der Organismus hängt bis zu einem gewissen Grade infolge der Reibung der Rhizopodien im Wasser und es bedarf energischerer Eingriffe, um die Rhizopodien aus ihrer Lage zu bringen. Dann sieht man aber an ihren ausgiebigen Verkrümmungen, daß jeder Verschiebung der

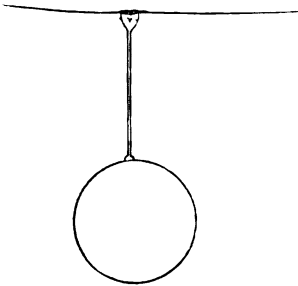


Fig. 4.

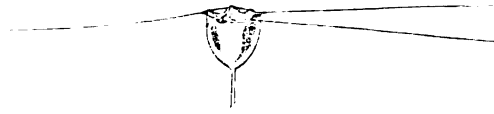


Fig. 5.

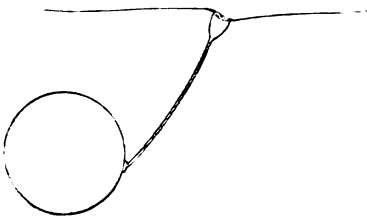


Fig. 6.

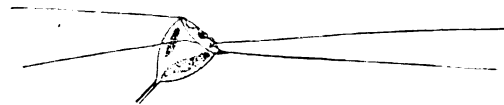


Fig. 7.

Fig. 4—7. Fig. 4 u. 5. Rhizaster, lotrechte Lage. Rhizopodien horizontal (siehe Fig. 5) in der Ebene der Gehäusemündung. — Fig. 6 u. 7. Rhizaster schief, Rhizopodien (siehe Fig. 7) horizontal aber schief zur Ebene der Gehäusemündung.

Rhizopodien im Wasser ein großer Reibungswiderstand entgegensteht. Sind aber die Rhizopodien verwirrt und aus ihrer Ebene gebracht, dann stellen sie sich bald wieder in die Horizontale ein, mag nun das Gehäuse selbst noch so schief stehen und man kann deutlich bei eingeklemmten, schiefstehenden Gehäusen den Tentakelkranz nicht in der Mündungsebene, sondern schief dazu, entsprechend der veränderten Lage, beobachten. Möglicherweise sind die Rhizopodien Schwerkraftempfindlich, wie es auch für viele andere ähnliche Protozoen der Fall sein mag.

Jedenfalls ist nun der Effekt der, daß im normalen Zustand das Gehäuse mehr oder weniger lotrecht, der Tentakelkranz aber immer annähernd in der Horizontale sich befindet. Dabei befindet sich *Rhizaster* am Grunde stiller, stehender Gewässer. Ich mußte, als ich diese Verhältnisse übersah, unwillkürlich an die Crinoiden, jene gestielten Tiere am Grunde des Stillwassers seichter Meeresbuchten oder am Grunde der bewegungslosen Tiefsee denken, deren Organisation nach außen hin auch dadurch augenfällig charakterisiert ist, daß sie oft verzweigte Tentakel besitzen, von großer Länge und Zartheit, die ihnen das Auffangen der von oben herabsinkenden Nahrungspartikelchen ermöglichen und bei der Länge ihrer Arme auch erleichtern. Möglicherweise, ja sowohl der Aufenthalt am Grunde stiller Gewässer wie auch Form und Lage der Rhizopodien lassen fast keine andere Denkmöglichkeit zu, lebt auch *Rhizaster* ähnlich den erwähnten Crinoiden: es wäre denkbar und verständlich, daß auch seine Organisation bezweckt, die von oben langsam herabsinkenden organischen Partikelchen aufzufangen und auszunutzen. Eine direkte Beobachtung ist aber wohl ausgeschlossen, und so ist diese Form der Lebensweise von *Rhizaster* wohl als möglich, ja als wahrscheinlich anzunehmen, nicht aber als völlig gesicherte Tatsache aufzufassen.

Vermehrung.

Es glückte die Vermehrung von *Rhizaster* in den wichtigsten Etappen zu beobachten. Vor der Teilung sind oft sämtliche Rhizopodien eingezogen; es geschieht dies aber oft auch erst während der Teilung. Es ist typische Längsteilung vorhanden. Die beiden Teilungsprodukte (die Chromatophoren werden hierbei gespalten) rutschen schief übereinander, der obere quillt nun über den Rand des Gehäuses hinaus und verläßt das Gehäuse nicht als Schwärmer, sondern als kleine Amöbe. Das Monadenstadium ist demnach bei *Rhizaster* auch bei der Vermehrung unterdrückt. Die kleine Amöbe hat ebenfalls zwei Chromatophoren, zwei oder drei Vacuolen und kriecht nun mittels plumper Pseudopodien über die Mündung heraus, an der Außenseite des Gehäuses herab und längs des Stieles zum Substrat herab, ähnlich der Bewegung der Spermatozoiden der Monoblepharidinen. Solche wandernde junge *Rhizaster*-Amöben konnten wiederholt beobachtet werden. — Leider gelang es nicht die Entwicklung der Amöben zur gehäusetragenden Abschlußform zu sehen.

Cysten.

Die Zugehörigkeit von *Rhizaster* zu den Chrysomonaden erscheint abgesehen davon, daß Chromatophoren und Leukosin dafür sprechen, absolut gesichert durch die Cysten. Die Encystierung selbst konnte nicht gesehen werden. Es fand sich nun unter normal vegetativen *Rhizaster*-Individuen ein Exemplar, das im Gehäuse völlig mit *Rhizaster* übereinstimmte. Hier ragte aber nach außen noch eine an der Gehäusemündung verfestigte Blase vor, in der ziemlich dicht anliegend eine ellipsoidische Cyste lag, mit zwei Chromatophoren und einem Leukosinbällchen, sowie Öltröpfchen. Die Cystenschale war nicht homogen: der gegen das Gehäuse gewendete Pol der Cyste war allem Anscheine nach durchbrochen. — Nun besitzen die Chrysomonaden, wie speziell die wertvollen Untersuchungen SCHERFFEL's¹⁾ gezeigt haben, Cysten, deren Kieselwand an einer Stelle durchbrochen ist, so daß ein Porus entsteht, der mittels eines Stopfens geschlossen ist. Zur Zeit, als ich *Rhizaster* studierte, waren SCHERFFEL's Beobachtungen noch nicht gemacht, ich achtete daher auch nicht auf den Stopfen; die damals gemachte Zeichnung aber läßt deutlich den Porus erkennen, so daß wir alle Ursache haben anzunehmen, daß *Rhizaster* typische Chrysomonadencysten besitzt. — Im Speziellen erinnert die Orientierung der Cyste lebhaft an gewisse *Dinobryon*-Arten, typische Chrysomonaden, die ebenfalls ihre Cysten meist in einer Blase vor der Gehäusemündung bilden.

Stellung.

Spricht nun bereits die ganze Organisation und Beschaffenheit von *Rhizaster* für seine unzweifelhafte Zugehörigkeit zu den Chrysomonadinen, so ist es interessant zu bemerken, daß ähnliche Chrysomonadinen bereits länger bekannt sind, einzelne davon als typische Flagellaten ausgebildet, einzelne aber bereits ausgesprochen rhizopodial, wenn auch im Detail verschieden, sind.

Derartig gehäusetragende Chrysomonaden beschrieb bereits STEIN. Auf *Eudorina* und anderen Volvoceen (auch anderen Grünalgen mit Gallertkolonien) sitzen hier und da — der Organismus ist relativ selten und wurde erst einige wenige Male gefunden — langgestielte Gehäuse auf, die den Gehäusen von *Rhizaster* auffallend ähnlich sind. Im Gehäuse dieses Organismus *Stylochrysalis*, sitzt aber ein Protoplast mit zwei gleichen Geißeln. BACHMANN beschrieb ferner aus

¹⁾ SCHERFFEL, dieses Archiv Bd. 22.

den schottischen Seen einen ebenfalls planktonischen Organismus mit dem gleichen Gehäuse, der aber zwei gleiche Geißeln besitzt. Und BOLOCHONZEW wies endlich aus russischen Seen nach, daß auch Ochromonaden derartige Formen ausbilden, und auf den Gallertkolonien verschiedener Blaualgen lebt ein Organismus mit ganz ähnlichem Gehäuse, aber zwei ungleichen Geißeln: die *Stylothea* BOLOCHONZEW.

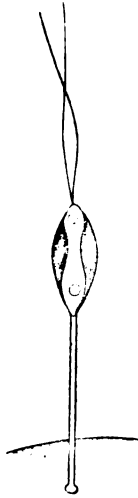


Fig. 8.

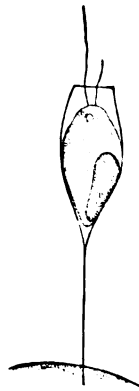


Fig. 9.

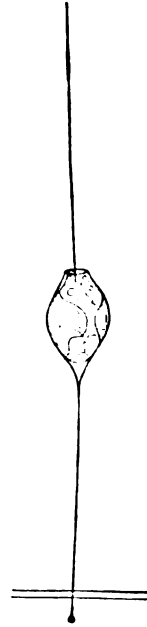


Fig. 10.

Fig. 8—10. Chrysomonaden, die in ihrer Form *Rhizaster* ähnlich sehen.

Fig. 8. *Stylochrysalis parasita* STEIN, auf *Eudorina*-Kolonien mit eng anliegendem Gehäuse und zwei Geißeln (nach STEIN). — Fig. 9. *Stylopyxis* BOLOCHONZEW auf Blaualgen, mit zwei ungleichen Geißeln (Ochromonadale). — Fig. 10. *Stylococcus aureus* (CHODAT); an *Rhizaster*, abgesehen von seinem Gehäuse, auch durch das apikale Rhizopodium erinnernd (Original).

Nun wissen wir, daß Angehörige der verschiedensten Familien der Chrysomonaden rhizopodial werden können, entweder nur vorübergehend, worauf sie wieder in das Monadenstadium zurückkehren (vergl. die *Chrysamoeba* KLEBS, die Beobachtungen an *Synura* (PASCHER), sowie *Mallomonas* (CONRAD)), oder dauernd, wie diejenigen Formen, die ich als Rhizochrysidinae vereinigte; es stellt allem Anscheine nach *Rhizaster* wohl eben die rhizopodiale Ausbildung einer solchen ursprünglich geißeltragenden Chrysomonadine dar. An welche Chrysomonaden sich *Rhizaster* anschließt, ist allerdings nimmer zu sagen — *Rhizaster* ist in seiner rhizopodialen Entwicklung so weit vorgeschritten, daß er auch bei seiner Vermehrung nicht mehr zu

Flagellatenstadien zurückkehrt und keine Schwärmer mehr ausbildet; seine Teilungsprodukte werden direkt zu rhizopodialen Formen, zu Amöben, und die Zugehörigkeit zu den Chrysomonaden ist nur mehr aus der Beschaffenheit der Chromatophoren, dem Assimilat und den Cysten, allerdings in völlig einwandfreier Weise, festzustellen.

Es ist nun interessant, daß bereits eine ähnliche rhizopodiale Chrysomonade mit einem fast gleichen Gehäuse bekannt ist: *Stylococcus* CHODAT.¹⁾ Dieser *Stylococcus* wurde zunächst als eine eingeißelige Chrysomonadine beschrieben. Ich konnte aber feststellen, daß die einzige fast „unbewegliche“ Geißel ein apikales Rhizopodium der Protoplasten ist, das durch die Mündung des Gehäuses vorgestreckt wird; es gelang, deutliche Protoplasmaströmung wie auch Aufnahme kleiner Bakterien und Zuleitung derselben zum Protoplasten zu beobachten. — Nach den Zeichnungen und Angaben CHODAT's scheint es wahrscheinlich zu sein, daß hier die Vermehrung nicht durch rhizopodiale Stadien, sondern noch durch Schwärmer erfolgt. Leider ist der Organismus noch recht wenig bekannt, allem Anschein nach aber auch nicht sehr verbreitet.

Trotz der habituellen Ähnlichkeit ist aber der rhizopodiale *Stylococcus* doch sehr von *Rhizaster* unterschieden: Bei ersterem nur ein einziges apikales Rhizopodium in der Längsrichtung des Organismus, bei *Rhizaster* dagegen mehrere laterale, randständige Rhizopodien, die quer zur Längsrichtung des Organismus orientiert sind und radspeichenartig vom Protoplasten ausstrahlen.

Nicht zu verschweigen ist, daß auch bei der Flagellatenreihe der Heterokontae, bei den Heterochloridales, eine Gattung vorkommt, die eine völlige Formkonvergenz zu *Stylococcus* darstellt, es ist *Stipitococcus* WEST; auch hier ist, wenigstens soweit ich Gelegenheit hatte, *Stipitococcus* zu studieren, die apikale haarförmige Verschmälerung der Zelle ein apikales Rhizopodium des im langgestielten Gehäuse lebenden Protoplasten.

Rhizaster ist unzweifelhaft bei den Rhizochrysidinen einzustellen, jener Gruppe von Chrysomonadinen, die im ontogenetischen Abschlußstadium rhizopodial geworden sind und deren Angehörige auch in ihren Vermehrungsprodukten nicht mehr zum Monadenstadium zurückkehren, dieses anscheinend völlig unterdrückt haben und sich direkt im rhizopodialen Zustand teilen. Sein Platz ist wohl in der nächsten Nähe des auch hierher gehörigen *Stylococcus*.

¹⁾ CHODAT, Bull. de l'Herbier Boiss. T. 6 p. 473.

B. Chrysocrinus.

Die zweite rhizopodiale Chrysomonade, die ich hier besprechen möchte, kannte ich bereits längere Zeit in ihrer Schale, ohne zu wissen, daß die Schale zu einer Chrysomonade gehöre. Erst später fand ich lebende Exemplare. Bei einer Exkursion von Prag nach Lissa (Böhmen) fanden sich in dortigen Elbetümpeln, auf Fäden verschiedener Algen, speziell aber *Chladophora*, *Vaucheria* und einem sterilen *Oedogonium* lokale braune Krusten, die sich flach brotlaibartig auf der Algenmembran erhoben und dabei in der Längsrichtung der Algenzellen gestreckt waren. Die Krusten schlossen einen Hohlraum ein und stellten zweifellos das Gehäuse eines Rhizopoden dar, sie hatten stark CaCO_3 eingelagert und waren dabei durch Eisenbraun stark verfärbt und inkrustiert; diese Inkrustation erstreckte sich teilweise noch auf die Algenmembran, so daß die Umgrenzung des eigentlichen Gehäuses oft nicht ganz leicht festzustellen war. Das Gehäuse selbst war relativ stark, dabei in der Dicke sehr ungleichmäßig, runzelig und wulstig verdickt. Merkwürdig war, daß das Gehäuse siebartig durchbrochen war durch zahlreiche, unregelmäßig angeordnete Löcher, die manchmal kreisrund, oft elliptisch, oft aber auch zackig umrissen waren. Sie fehlten selbstredend auf der Unterseite des Gehäuses, die der Algenmembran anlag, meist nur wenig durch Eisenbraun gefärbt, oft auch farblos und bedeutend dünner war als die Oberseite. Die Gehäuse waren sehr klein, maßen höchstens 10—12 μ im Durchmesser, oft waren sie zu mehreren auf einem Faden, nie fanden sie sich so dicht wie z. B. *Chrysopyxis* auf den Fäden verschiedene Zygmemalen.

Den lebenden Organismus fand ich erst viel später, nachdem ich durch mehrere Jahre die betreffende Lokalität absuchte; allem Anscheine nach war er ein Frühjahrs- oder höchstens Frühsommerorganismus; das ging schon daraus hervor, daß immer nur die untersten Zellen eines Cladophorenzweigbüschels mit leeren Schalen besetzt waren, während sie an den oberen fehlten. Ich fand den Organismus auch tatsächlich Beginn April lebend. Obwohl er sehr labil war und ich ihn nicht sehr zahlreich fand, gelang es doch das Wesentliche aus der Morphologie, sowie auch über die Teilung zu beobachten.

Gehäuse lebender Individuen hatten über der inkrustierten Schale immer eine in ihrer Mächtigkeit sehr schwankende Gallerthülle, die ebenfalls peripher durch Eiseneinlagerung verfärbt war. Bei den

leeren vorher beobachteten Schalen hatte sich wahrscheinlich die Gallerthülle verflüssigt.

Der Protoplast füllt den Innenraum des Gehäuses nicht aus, nur einzelne Fortsätze des Protoplasten erreichten die Innenwand, des Gehäuses. Im allgemeinen war es der typische Rhizopodenprotoplast. Zwei oder drei kontraktile Vacuolen fanden sich vor, die in ihrer Lage wechselten. Ein großer körniger Kern lag exzentrisch und dem Boden des Gehäuses genähert, Fettröpfchen, die sich mit Osmium schwärzten, mit Sudanrot lebhaft rot färbten und glänzende Ballen, die ihrem Verhalten nach als Leukosin angesprochen werden mußten. Dazu aber noch merkwürdigerweise ein blasser braungrüner Chromatophor, der keine fixe Lage im Protoplasten hatte, oft auch in zwei Stücke gespalten war. Beim Tode erfolgte rascher Umschlag der Chromatophoren nach grün.

Das Merkwürdigste war nun der Umstand, daß der Protoplast durch eine Menge feiner Rhizopodien mit der Außenwelt in Verbindung stand. Durch jedes der bereits erwähnten Löcher im Gehäuse trat ein Rhizopod aus. Im allgemeinen hatten die Rhizopodien radiäre Richtung. So war auch der Organismus mit einem ganzen Wald radiär ausstrahlender Rhizopodien versehen. Die radiäre Richtung war nur im allgemeinen vorhanden, es gab sehr häufig bedeutende Lageabweichungen. Die Rhizopodien waren relativ lang, 6—10mal länger als die Höhe des Gehäuses. Sie wechselten sehr in ihrer Länge, wurden oft ruckartig eingezogen und wieder stoßartig verlängert. Das gab ein ständig wechselndes Bild, eine ständige Unruhe. Die Rhizopodien waren meist einfach, doch kamen auch verzweigte vor, ohne daß Anastomosen zwischen den einzelnen Rhizopodien gebildet wurden. Dabei hatten die einzelnen Rhizopodien auch das Vermögen der Richtungsänderung: beständig schwankten sie langsam hin und her, wenn auch die Bewegung in den meisten Fällen bloß geringfügig war. Nicht selten aber senkte sich eines oder das andere ganz bedeutend oder hob sich unvermittelt. Zweifellos waren die Rhizopodien an der Aufnahme animalischer Nahrung beteiligt. Sie zeigten deutliche Plasmaanschwellungen, fließende Bewegung in denselben und mit denselben. Kleine Bakterien blieben kleben, sanken etwas ein, wurden vom flüssigen Plasma eingehüllt und allem Anschein nach verdaut. In den meisten Fällen fand die Verdauung wohl außerhalb des Gehäuses statt, doch zeigten sich auch im Protoplasten innerhalb des Gehäuses kleine Nahrungsvacuolen mit eingeschlossenen Bakterien. —

Nie neigten sich die einzelnen Rhizopodien zum Fange anderer Organismen reußenartig einander zu, ähnlich wie es die Cyrtophoreen zu tun pflegen. — Die einzelnen Rhizopodien ließen eine speziellere Differenzierung in einen zentralen Achsenstab und in peripheres Plasma nicht erkennen. Dagegen setzte sich jedes Rhizopod noch deutlich ein Stück in den Protoplasten in der Form einer konsistenteren Partie fort. Diese trat besonders deutlich hervor, wenn ein Rhizopod völlig eingezogen wurde.

Selten waren alle Rhizopodien eingezogen; das geschah aber oft, wenn der Organismus abstarb.

Vermehrung.

Wie bei *Rhizaster* konnte auch hier die Vermehrung, nicht aber die Entwicklung zu einem ausgewachsenen gehäusetragenden Individuum verfolgt werden. Meist war es einfach Zweiteilung, manchmal auch Vierteilung. Die Chromatophoren spalteten sich, die Vacuolen verdoppelten sich oft noch, bevor es zu einer Spaltung des Protoplasten gekommen war. Die Kernteilung selbst konnte nicht verfolgt werden, — die nächsten Stadien, die ich beobachtete, waren bereits völlig durchgetrennte Protoplasten mit je einem großen Kern. Bei der Teilung waren die Rhizopodien meist stark verkürzt, manchmal ganze eingezogen. Es kam auch hiernicht zur Bildung von Schwärmern, das begeißelte Stadium fehlt ganz. Die Teilprodukte traten dann durch eine der kleinen Öffnungen für die Rhizopodien heraus. Meist gab ein kleiner Rhizopodienstummel der durch eine solche Öffnung vorragte, den Wegweiser. Er zeigte zunächst lebhaftere Strömung, dann folgte wellenartig Plasma nach, bis sich schließlich auch die konusbreiteren Partien durchzwängten. Da die Öffnungen meist kaum $1\ \mu$ hatten, war der Durchtritt der kleinen Amöben sehr schwer, speziell die Chromatophoren wie auch der Kern leisteten recht Widerstand, die Chromatophoren wurden ungemein lang und dünn ausgezogen, der Kern nahm die abenteuerlichsten Formen an; er wurde lang und spindelförmig, ich meine sogar einmal gesehen zu haben, wie er durchriß. Jedenfalls geht das Freiwerden der Teilprodukte recht mühselig vor sich und es sind garnicht zu selten solche steckengebliebene Amöben, die sich beim Austritt recht abquälen, zu sehen. Sind Chromatophoren und Kerne durchgetreten, so bereiten die anderen Partien keine nennenswerten Schwierigkeiten mehr, ihr Durchtritt erfolgt oft mit einem einzigen Ruck. — Leider gelang es gar nicht, irgendwie Details über die weitere Entwicklung der Amöben zu erfahren.

Es scheint, als ob *Chrysocrinus* häufiger wäre. Man hat sich aber, glaube ich, noch viel zu wenig mit den verschiedenen Inkrustationen auf den Wasserpflanzen beschäftigt, gar viele von ihnen verdanken ihr Dasein kleinen Protisten. Ihre Beobachtung ist relativ schwer, gewiß ist vieles von dem, was meist als isolierte Haftscheibchen oder Basalpartien von verschiedenen Epiphyten angesehen wird, das Gehäuse irgend eines Protisten.

Stellung.

Die Zugehörigkeit von *Chrysocrinus* zu den Chrysomonadinen erscheint durch den Besitz der Chromatophoren und das für die Chrysomonadinen so charakteristische Leukosin gesichert. Auch sie muß zu den Rhizochrysidinen gestellt werden, zu der Gruppe, die ich für jene rhizopodialen Chrysomonadinen aufstellte, bei denen wir weder aus der Morphologie, noch aus der Entwicklungsgeschichte Anhaltspunkte für die nähere Zugehörigkeit zu einer spezielleren Chrysomonadinenfamilie gewinnen können. Das trifft ja auch hier zu: da die Teilprodukte nicht mehr als Schwärmer, sondern als Amöben ausgebildet werden, daher die Schwärmer völlig unterdrückt sind, ist auch bei *Chrysocrinus* der nähere Anschluß an eine engere Chrysomonadinengruppe nicht mehr zu erkennen.

Unter den rhizopodialen Chrysomonaden wüßte ich keine einzige Gattung, die mit *Chrysocrinus* nähere Ähnlichkeit hätte. Von den rhizopodialen *Chrysopyxis*-Arten trennt sie die Form des Gehäuses und vor allem die Ausbildung zahlreicher Rhizopodien. Entfernte Ähnlichkeit haben einzelne Arten der Rhizochrysidinengattung *Lagynion* PASCHER mit ihrem normal brotlaib- bis kegelförmigen Gehäuse. Diese besitzen aber nur eine einzige mehr oder weniger apikale Öffnung mit einem apikalen Rhizopodium. Im Gehäuse selber, durch die dicke Schale, wie auch durch die Inkrustation erinnert unter den bislang bekannten Rhizochrysidinen am meisten *Heterolagynion* PASCHER an jene merkwürdige, völlig farblos gewordene, also völlig rhizopodiale Gattung, an *Chrysocrinus*, aber *Heterolagynion* hat wie *Lagynion* ebenfalls nur eine apikale Öffnung mit einem einzigen apikalen Rhizopod.

Alle diese genannten Rhizochrysidinen haben nur einiges Rhizopod, das manchmal schwach verzweigt ist. Im Prinzip erinnert durch die Mehrheit der Rhizopodien nur eine nackte Rhizochrysidine an *Chrysocrinus*; sie besitzt kein Gehäuse nur Gallerthüllen mit

charakteristischen Einlagerungen und äquatorial einen Kranz von Rhizopodien: SCHERFFEL's merkwürdige *Chrysostephanosphaera*.¹⁾

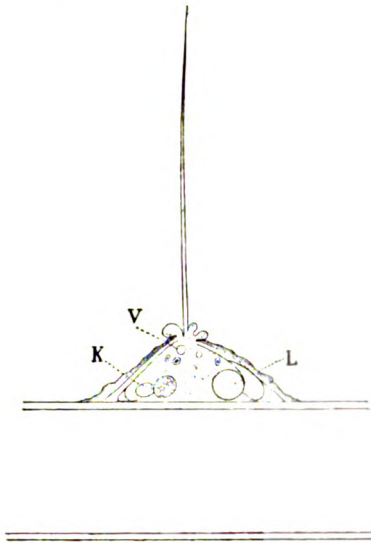


Fig. 10.

Zweifelloos stellt die Ausbildung zahlreicher Rhizopodien, die von einem mehr oder minder halbkugeligen Zentralkörper, radiär nach allen Seiten ausstrahlen, eine viel weiter gehende Anpassung und viel ausgesprochenere Betonung des animalischen Lebens und damit wohl die, soweit bekannt, derzeit in dieser Richtung höchstentwickelte Rhizopodialform der Chrysomonaden dar. Andererseits ist auch bemerkenswert, wie zäh trotz der weitgehenden, raffinierten Einstellung auf die animalische Ernährung der Organismus noch an Einrichtungen festhält, die für eine pflanzliche Ernährung charakteristisch sind. Die Chromatophoren

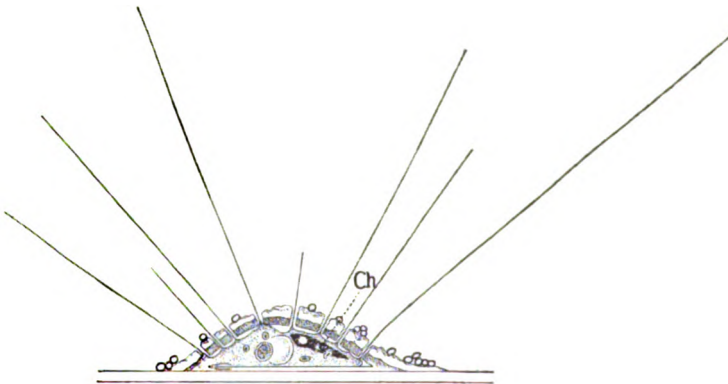


Fig. 11.

Fig. 10 u. 11. Fig. 10. *Heterolagynion* PASCHER eine völlig farblose rhizopodiale Chrysomonade, deren Zugehörigkeit zu den Chrysomonaden noch an den Leukosinballen erkennbar ist, mit ihrem einzigen apikalen Rhizopodium.

Fig. 11. *Chrycocrinus* mit zahlreichen Rhizopodien und Chromatophoren.

¹⁾ SCHERFFEL (Arch. f. Protistenk. Bd. 22 S. 307). Vgl. die Zusammenstellung der derzeit bekannten rhizopodialen Chrysomonaden in PASCHER, Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft II. Rhizochrysidinen.

sind noch gut entwickelt, obwohl ihre Tätigkeit bei dem flachen Gehäuse und der oft mächtigen Inkrustation nur ganz gering sein kann. Denn man kann sich leicht im Mikroskop davon überzeugen, wie undurchlässig Gehäuse sind, sobald sie, wenn auch geringe, Eiseneinlagerungen haben. Allerdings bilden sich diese Einlagerungen nicht sofort und es wäre leicht denkbar, daß die Chromatophoren voll funktionieren im Jugendstadium des Organismus



Fig. 22.

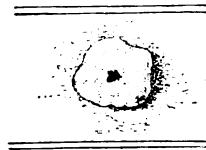


Fig. 13.

Fig. 12 u. 13. *Heterolagynion* PASCHER. Fig. 12. Gehäuse von der Seite. Fig. 13. Gehäuse von oben.

vor dem Gehäusebau oder solange das Gehäuse eben keine Inkrustationen besitzt. Jedenfalls bringt diese Form der Gehäuse im Prinzip wohl früher oder später die völlige Reduktion der Chromatophoren mit sich; es geht dies am deutlichsten bei *Heterolagynion* hervor, wo derartig inkrustierte Gehäuse vorhanden sind, sich aber keine Spur von Chromatophoren mehr findet und nurmehr die charakteristischen Leukosinballen, die im Protoplasten sind, auf die enge Beziehung zu den Chrysomonaden und ihre Herkunft von dort hindeuten.

Über die Cytologie konnte ich nur wenig erfahren; das lebende Material war zu spärlich und ich legte zunächst Wert auf die Feststellung der direkt wahrnehmbaren Verhältnisse. Nur in bezug auf den Kern, der leicht findbar war, konnte ich ersehen, daß er vorgeschrittene Organisation hatte und nicht die primitive Organisation der kleinen Kerne einfacher Chrysomonaden besaß. Er war reich strukturiert und zeigte auffallende Ähnlichkeit mit den großen Kernen der Mallomonadaceen, mit denen er auch die bedeutende Größe gemeinsam hatte.

C. Chrysothylakion.

Die dritte rhizopodiale Chrysomonade ist marin, sie weicht von allen bisherigen Typen ab, läßt aber doch in allen Details ihre Ableitung von den Chrysomonaden erkennen.

Im botanischen Institut der deutschen Universität zu Prag wurden in einem Glasgefäße lange Zeit Ulven gehalten. Die Kultur war sehr alt, wechselte oft in der quantitativen Zusammensetzung. Es fanden sich reichlich Arthrospiren und eine Menge einzelliger kleiner Blaualgen, daneben aber auch sehr viel dicht verfilzte *Chaetomorpha* von Bindfadenstärke. Diese Chaetomorphen waren speziell in den älteren Zellen dicht besetzt mit allerlei Epiphyten, darunter auch mit unserem Organismus.

Er ist beschalt, weicht aber in seiner Form völlig von den anderen rhizopodialen Chrysomonaden ab. Auf den Chaetomorphazellen lagen ellipsoidische, brotlaibartige, braune Gebilde, deren Längsorientierung mit der Längsachse der *Chaetomorpha*-Zellen zusammenfiel. Meist waren sie einzeln. Sie lagen den Zellen dicht an und hatten ein zartes, doch sprödes Gehäuse. Dieses Gehäuse hatte eine einzige Öffnung in der Weise, daß es sich an einem der beiden Enden plötzlich verschmälerte und hier eine kurze Mündungsröhre bildete. Diese Mündungsröhre lag aber nicht in der Längsrichtung des Gehäuses, sondern war scharf winklig gebogen und stand quer zum Gehäuse, lag aber ebenfalls der *Chaetomorpha*-Zelle an. Diese Mündungsröhre stand meist frei vom Gehäuse ab, manchmal war aber die dem Gehäuse benachbarte Wand mit dem Gehäuse verschmolzen. Das zarte Gehäuse hatte viel CaCO_3 eingelagert, es zeigte in alten Exemplaren die übliche Braunverfärbung durch Eisen.

Die Gehäuse waren klein, 14—18 μ lang, 7—10 μ breit und meist nur 5—6 μ hoch. Zu bemerken ist noch der Umstand, daß in der Mündung des Gehäuses sich oft (spez. bei älteren Exemplaren) jene merkwürdigen kleinkugeligen Exkretkörper fanden, die SCHERFFEL bereits von *Lepochromulina* und *Chrysostephanosphaera* beschrieb. Der Protoplast lag dem Gehäuse nicht an allen Stellen dicht an, er hob sich vielfach maschig von ihm ab. Kontraktile Vakuolen waren nicht zu finden, der Organismus entsprach darin völlig den marinen Protozoen ohne ausgesprochene Periplasten. — Der große Kern war basal mehr gegen das Hinterende abgerückt. Daneben fanden sich einer oder mehrere glänzende Ballen, die allem Verhalten nach als Leukosin anzusprechen waren. Daraus ergibt sich bereits ein wesentlicher Fingerzeig für die Ableitung des Organismus.

Die ganze Umgebung des Gehäuses war reich umspinnen von einem ausgebreiteten Fadenwerk feiner verzweigter Rhizopodien, die teilweise der Zellmembran von *Chaetomorpha* anlagen, teilweise frei im Medium abstanden. Waren die letzten Auszweigungen

ungemein fein, so wurden sie bei den Vereinigungspunkten der Äste und Ästchen immer deutlicher, bis sich schließlich derbe Stränge bildeten, die sich alle schließlich in einem kräftigen Rhizopodienstiel vereinigten, der vom Protoplasten ausgehend durch die quer gelagerte Mündungsröhre austrat. Abweichenderweise breitete sich das Rhizopodiensystem nicht nur von der Mündung des Gehäuses fächerförmig aus, sondern die stärkeren Rhizopodienstämme sendeten auch Äste nach rückwärts aus, die sich wieder verästelten und ebenfalls zu einem Fadenwerk zusammenschlossen, so daß das Gehäuse von keiner Seite her frei lag, sondern rundum mit einem weit ausgebreiteten Rhizopodienfadenwerk umgeben war, gleichsam im Zentrum eines allseitig entwickelten, dabei in der Längsrichtung des Algenfadens geförderten Netzes lag.

Die Plasmastränge zeigten deutliche Plasmaströmungen, die besonders lebhaft an den stärkeren, mehr zentralen Partien zu beobachten waren. Dabei waren die Rhizopodien in ständiger Veränderung begriffen, Maschen wurden gelöst, andere neu gebildet, es war ein lebhafter Wechsel, wie ich ihn in solcher Lebhaftigkeit nicht immer bei „echten“ Rhizopodien sah. Das Spiel wurde noch dadurch gefördert, daß fortwährend neue Rhizopodienzweige gebildet wurden, sowohl im Innern der Maschen, wie auch an den Rändern, so daß auch der Umfang des ganzen Systemes ständig schwankte.

Es konnte beobachtet werden, daß das Rhizopodiensystem eine reichliche Nahrungsaufnahme vermittelte. Es gab auch in der alten Algenkultur mit ihren vielen kleinen Monaden, Blaualgen und Bakterien eine Überfülle geeigneter Nahrung, und es konnten immer an vielen Stellen des Rhizopodienplasmas gleichzeitig aufgenommene Organismen gesehen werden, die, so weit beobachtet, immer nur außer der Schale, direkt von dem Rhizopodiensysteme aufgebraucht wurden, ganz in Analogie zu vielen echten Rhizopoden, mit welchen auch die einzelnen hierbei sich abspielenden Details übereinstimmten, so daß sich eine genauere Schilderung davon erübrigt.

Über den Organismus selbst geben die Figuren eine bessere Vorstellung als eine lange Besprechung einzelner Details.

Die Vermehrung konnte nicht beobachtet werden, Teilungsstadien wurden nicht gesehen. Dagegen fanden sich ganz junge Formen, die fast nackt, ohne Schale und ohne Mündungsröhre, dennoch aber bereits das einseitig ansitzende Rhizopodiensystem hatten, wenn dieses auch noch in keiner Weise so kompliziert ausgebildet war, wie bei ausgewachsenen alten Exemplaren.

Diese jungen Individuen geben auch Gelegenheit einen bis jetzt nicht erwähnten Umstand näher zu besprechen. In den Protoplasten der ausgewachsenen Individuen fanden sich immer neben dem Kern Leukosinballen und zweierlei verschiedene Inhaltskörper. Zunächst stark lichtbrechende rundliche Körper in der Ein- oder Zweizahl, über deren Natur ich keine Anhaltspunkte gewinnen konnte. Daneben aber protoplasmatische Körper, groß und plattenförmig, meist in der Zweizahl, die manchmal schwach gelblichgrün, manchmal ganz farblos waren. Beim Absterben schlug ihr Farbenton im ersten Falle in ein deutliches Grün um. Farbstoffe wurden stark gespeichert. Ich meine mit der Ansicht nicht fehlzugehen, daß es sich hierbei um reduzierte Chromatophoren handle, die in einzelnen Fällen beim ausgewachsenen Individuum noch Farbstoff entwickeln, denselben aber manchmal ganz einbüßen. In dieser Ansicht werde ich auch noch durch folgenden Umstand bestärkt: bei den erwähnten jungen, noch nicht beschalteten Individuen waren ebenfalls diese Protoplasmakörper vorhanden; sie hatten hier völlig Form und Aussehen von Chromatophoren; sie waren auch lebhaft gelbbraun gefärbt und wohl in voller Funktion.

Es liegt nun die weitere Annahme nahe, daß junge Individuen normale oder nur wenig reduzierte Chromatophoren haben; je älter aber die Individuen werden, je mehr sie das Gehäuse ausbilden, desto mehr verlieren die Chromatophoren ihre Funktion und damit auch ihr Aussehen.

Jedenfalls ist der Besitz der Chromatophoren, obgleich diese im ausgewachsenen Zustande reduziert erscheinen, ein weiterer wichtiger Beleg für die genetische Zugehörigkeit zu den Chrysomonaden.

Einmal fanden sich auf den Chaetomorpha-fäden neben leeren Gehäusen auch Cysten, kugelig mit verkieselter Membran. Möglicherweise gehörten sie zum Organismus, ja ich vermute es, da sich sonst keine Chrysomnade im Magma fand. Leider waren die Cysten leer.

Konnten wir für *Rhizaster* nicht nur unter den rhizopodialen, sondern auch unter den typischen Chrysomonaden Formen mit weitgehender Übereinstimmung finden und hatte auch *Chrysocrinus* ähnliche, wenn auch nicht mehr auffallend übereinstimmende Konvergenzformen, so läßt sich für *Chrysothylakion* weder unter den rhizopodialen noch unter den monadoiden Chrysomonaden irgendeine Analogie feststellen. Der Gehäusotyp steht unter den derzeit

bekannten Chrysomonaden völlig isoliert; wir finden auch nicht einmal Annäherungen dazu. Alle bekannten Gehäuse der Chrysomonaden haben ihre Mündung, wenn in der Einzahl, apikal; sind mehrere vorhanden, wie bei *Chrysocrinus*, so sind sie doch ziemlich allseitig verteilt; derart exzentrische seitlich gelegene Mündungen hat aber keine Chrysomonaden. Nur unter den farblosen Flagellaten finden wir einmal einen entfernt ähnlichen Gehäusetyp bei *Platytheca* STEIN; doch ist auch hier die Ähnlichkeit nicht sehr weitgehend.

Unter den echten Rhizopoden finden sich allerdings ähnliche Gehäuseformen, ich verweise z. B. auf *Lieberkühnia*, deren Gehäuse allerdings weitgehende Übereinstimmung zeigt.

Auch in Beziehung auf die Ausbildung des Rhizopodialsystemes steht *Chrysothylakion* unter den Chrysomonaden isoliert. Es ist die einzig bis jetzt bekannte rhizopodiale Chrysomonade, die auch im ontogenetischen Abschlußstadium Anastomosen zwischen den Rhizopodien ausbildet. Auch in der quantitativen Ausbildung der Rhizopodiensysteme steht *Chrysothylakion* an erster Stelle. Sie ist gewiß unter den derzeit bekannten rhizopodialen Chrysomonaden am meisten rhizopodial geworden, so sehr rhizopodial, daß sie unbedingt als echter Rhizopod angesprochen werden müßte, auch unter diesen einen sehr vollkommenen Typ darstellen würde, wenn nicht eben die Chromatophoren, wie das Assimilat mit aller Bestimmtheit auf eine ausgesprochene genetische Beziehung zu den Chrysomonaden hinweisen würde und nicht auch der Besitz der eigenartigen Exkretkörper an der Mündung, die speziell bei Chrysomonaden gefunden wurden, dafür spräche.

Der Anschluß der drei besprochenen rhizopodialen Organisationen *Rhizaster*, *Chrysocrinus*, *Chrysothylakion* an die Chrysomonaden ist nach den großen Übereinstimmungen mit diesen wohl als gesichert anzunehmen. Auffallend an ihnen ist der Umstand, daß sie sich trotz der völligen Ausbildung zu Rhizopoden — und sie erreichen als solche derart vorgeschrittene Formen, daß sie teilweise völlig isoliert stehen, teilweise aber sich morphologisch mit ganz hoch entwickelten Rhizopoden decken, und trotz der bei den beiden letzten Formen fast ausschließlich animalischen Lebensweise — noch so charakteristische Eigentümlichkeiten, wie den Besitz der Chromatophoren gewahrt haben. — Sie sind jedenfalls ganz bedeutungsvolle Belege für die Berechtigung der Annahme, daß von den Flagellaten ausgehend die Bildung „echter“ rhizopodialer Organisationen nicht nur möglich, sondern sogar höchst wahrscheinlich ist.

Beschreibung der drei rhizopodialen Chrysomonaden.

Rhizaster nov. gen.

Protoplast in einem Cellulose-Gehäuse lebend, das mit einem 4—6 mal längeren Stiele verschiedenem Substrat (Fadenalgen) etc. aufsitzt und mit einem kleinen häufig eiseninkrustierten Scheibchen befestigt ist. Gehäuse becherförmig, basal abgerundet, vorne mit gerade abgeschnittener, gleichweiter Mündung. Protoplast im unkontrahierten Zustande das Gehäuse völlig ausfüllend, im kontrahierten Zustande abgerundet, ellipsoidisch. Im nicht kontrahierten Zustande mit breiter Apikalfäche, die in der Höhe der Gehäusermündung liegt; auf derselben meist zahlreiche kleine Pseudopodien, die sehr rasch gebildet und angezogen werden. Am Rande der Apikalfäche entspringen mehrere, 6—10, basal verdickte, dann sehr dünne, steife, horizontal orientierte Rhizopodien, die 8—14 mal länger sind als der Protoplast. Sie sind radspeichenartig angeordnet, zeigen deutliche Plasmaströmung und nehmen organische Körperchen auf, die teilweise dem Protoplasten genähert werden. Die Rhizopodien zeigen Bewegung, derart, daß sie annähernd in ihrer Ebene ruckartig und unregelmäßig hin und her gedreht werden; manchmal zeigen sie aber auch bedeutende Abweichungen von ihrer Ebene. Daneben sind sie imstande, sich ausgiebig zu verkürzen und zu verlängern, sowie sich vollständig einzuziehen. — Im Protoplasten finden sich ferner 2—3 kontraktile Vakuolen, zwei braungrüne Chromatophoren sowie Leukosinballen.

Vermehrung durch Längsteilung der Protoplasten, wobei oft die Rhizopodien völlig eingezogen werden. Das eine Tochterindividuum schiebt sich über das andere empor, quillt über die Gehäusermündung heraus und kriecht schließlich an der Außenwand des Gehäuses sowie am Stiele zum Substrat herab. Die Bildung neuer Gehäuse konnte nicht beobachtet werden.

Die Cysten sind typische Chrysomonadencysten, die ähnlich manchen Dinobryen in einer nach außen vorgewölbten Blase, die an der Gehäusermündung festsetzt, gebildet werden. Sie sind ellipsoidisch, haben Kiesel-schale und an dem dem Gehäuse zugewendeten Pole den typischen Chrysomonaden-Porus. Der Stopfen ist wohl vorhanden, wurde aber nicht beobachtet.

Die Gattung ist eine echte Chrysomonadine und ist wegen der Reduktion beweglicher Flagellatenstadien bei den Rhizochrysidinen einzustellen.

Bislang ist nur eine einzige Art bekannt:

Rhizaster crinoides

mit den Charakteren der Gattung. Gehäuse 8—10 μ breit, etwas länger als breit, mit einem 6—10 mal so langen zarten Stiele. Rhizopodien bis 140 μ lang.

Am Grunde stiller, nur selten bewegter Gewässer, an verschiedenen Grünalgen, aber auch am desorganisierten Detritus sitzend. Altwässer der Olsch bei Mugrau im südlichen Böhmerwalde.

Chrysocrinus nov. gen.

Gehäuse eine kleine brotlaibartige, im Umriß elliptische Schale bildend, die flach auf Algenfäden aufsitzt und meist in deren Längsrichtung gestreckt ist. Schalenrand relativ dick, stark mit Kalk inkrustiert, bei ausgewachsenen Individuen stark durch Eiseneinlagerung verfärbt; die dem Algenfaden aufsitzende Wand dünner; meist ohne starke ausgesprochene Verfärbung. Die Eiseneinlagerung setzt sich oft auch auf die benachbarten Stellen der Algenmembran fort. Über der harten Schale meist noch eine in ihrer Dicke wechselnde Gallertschicht, die ebenfalls Eiseneinlagerungen enthält und in der peripheren Zone zumeist ebenfalls braun verfärbt ist. Die freie Schalenwand wird durch zahlreiche, zunächst wohl runde, später aber sackig umgrenzte feine Poren in radiärer Richtung durchbrochen. Im Gehäuse ein Protoplast, der den Innenraum des Gehäuses nicht ganz ausfüllt, 2—3 pulsierende Vakuolen, ein großer exzentrischer Zellkern, Leukosinballen und ein oder auch zwei gelbbraune Chromatophoren. Durch die zahlreichen Poren der Schale treten radiär lange, oft verzweigte Rhizopodien aus, die sowohl in der Länge, wie in der Verzweigung, sowie auch in ihrer Lage in ständigem Wechsel begriffen sind, Rhizopodien oft bis 15 mal so lang als der Durchmesser des Gehäuses. Animalische Ernährung durch Aufnahme organischer Körperchen (Bakterien) in den Rhizopodien und Verdauung dieser außerhalb des Protoplasten (zu allermeist) sichergestellt.

Vermehrung durch Teilung des Protoplasten (wobei häufig die Rhizopodien verkürzt oder ganz eingezogen werden) in zwei oder vier Teilstücke, die in Form kleiner Amöben sich durch eine Pore der Schale durchzwängen und mittels plumper Pseudopodien eine Zeitlang herumkriechen. Die vollständige Entwicklung derselben zu normal ausgebildeten beschalten Individuen konnte nicht beobachtet werden. Cysten unbekannt.

Durch den Besitz der gelbbraunen Chromatophoren sowie auch durch die Leukosinballen als zu den Chrysomonadinen gehörig erwiesen.

Gehört zur Gruppe der Rhizochrysidinen, unter denen sie, trotz der großen Ähnlichkeit des Schalenbaues mit *Heterolagynion*, durch ihr Rhizopodialsystem eine isolierte Stellung einnimmt.

Einzige bis jetzt bekannte Art:

Chrysocrinus hydra.

Schalen 10—14 μ im Durchmesser, 5—7 μ hoch. Bis jetzt nur aus Tümpeln bei Lissa a. d. Elbe bekannt. Epiphytisch auf Cladophoren, Vaucherien und Oedogonien. Anscheinend oligothermisch, daher ein Frühjahrsorganismus.

Chrysothylakion nov. gen.

Gehäuse zartwandig, mit CaCO_3 inkrustiert und durch Eiseneinlagerung speziell in älteren Individuen braun verfärbt; ellipsoidisch flachgedrückt, mit abgerundeten Rändern; mit der flachen Seite direkt den Algenmembranen ansitzend; die Dorsalseite flach gewölbt, $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mal

8*

länger als breit. An einem Pole sitzt eine kurze Mündungsröhre an, die aber nicht in der Längsrichtung des Gehäuses liegt, sondern kurz abbiegt, indes manchmal mit ihrer einen Wand an das Gehäuse anlegt und mit der Gehäusewand verschmilzt und dabei ebenfalls dem Substrat angedrückt ist. Um die Mündung oft reichliche kleine kugelige Exkretkörper. Protoplast nicht allseitig der Innenwand des Gehäuses anliegend, sondern stellenweise sich von ihr abhebend, mit großem Kern, Leukosinballen und zwei sehr blassen, oft farblosen, offenbar reduzierten Chromatophoren. Durch die Gehäusermündung ragt ein derber Rhizopodienstiel heraus, der sich sukzessive, in ein reich verzweigtes, anastomisierendes, weit ausgebreitetes Rhizopodiensystem auflöst, das nicht nur fächerartig vor der Mündung entwickelt ist, sondern durch reiche Verästelung die ganze Umgebung des Organismus überzieht, dabei teilweise der Algenmembran anliegt, teilweise aber auch frei im Medium absteht. Animalische Ernährung durch Aufnahme und Verdauung kleiner Organismen (Flagellaten, kleiner Algen, wie auch Bakterien) sichergestellt.

Vermehrung nicht beobachtet, wahrscheinlich Teilung; dagegen kamen junge Exemplare zur Beobachtung, die, obwohl noch ohne Schale, bereits ein, wenn auch wenig ausgebildetes, einseitiges Rhizopodiensystem hatten.

Mit Chrysothylaktion konnten auch leere Cysten neben leeren Gehäusen gefunden werden, die Kieselshalen wie die Chrysomonaden besaßen. Möglicherweise gehören diese Cysten zu Chrysothylaktion.

Wegen der Chromatophoren und den Leukosinballen sowie der Exkretkörper als rhizopodiale Chrysomonadine anzusprechen und bei den Rhizochrysidinen einzuordnen, unter welchen es einen bislang nach jeder Richtung hin neuen Typus darstellt, der nur bei echten Rhizopodien Analogien findet. Chrysothylaktion stellt derzeit die am meisten rhizopodial fortgeschrittene Chrysomonadine vor.

Bislang einzige Art:

Chrysothylaktion vorax.

Gehäuse 10—14 μ lang, 6—10 μ breit, 4—6 μ hoch. Auf marinen Chaetomorphen in einer alten Algenkultur beobachtet, die außer *Chaetomorpha* noch Blaualgen, Ulven und zahlreiche marine Flagellaten enthielt.

Tafelerklärung.

Tafel 7.

Rhizaster crinoides.

- Fig. 1. Völlig entwickeltes Individuum (Kombinationsfigur).
 Fig. 2. Ein Individuum mit den elastischen Rhizopodien, die durch die Präparation verbogen sind.
 Fig. 3. Ein Rhizopodium mit aufgenommenen Bakterien.
 Fig. 4 u. 5. Rhizopodium mehr oder weniger eingezogen.
 Fig. 6. Oberer Teil des Gehäuses mit dem Protoplasten, dessen Rhizopodien fast eingezogen sind. *c* = Kontraktile Vacuolen; *a* = Nahrungsvacuolen; *L* = Leucosinballen; *i* = die merkwürdigen, stark lichtbrechenden Körnchen.
 Fig. 7. Protoplast völlig in das Gehäuse zurückgezogen.
 Fig. 8 u. 9. Unterer inkrustierter Stielteil des Gehäuses; bei Fig. 9 zwei zufällig nebeneinanderstehende Stiele gemeinsam inkrustiert. Keine Spaltung des Stiels.
 Fig. 10—12. Teilungsstadien.
 Fig. 13. Cyste.

Tafel 8.

Chrysocrinus hydra.

- Fig. 1. Völlig entwickeltes Individuum von der Seite (Kombinationsfigur).
 Fig. 2. Mit austretenden Tochteramöben.
 Fig. 3. Schematisierter Längsschnitt mit den abgehobenen Protoplasten.
 Fig. 4. Längsschnitt mit Chromatophoren, Kern, Vacuolen. *k* = Kern; *L* = Leucosinballen; *v* = Vacuolen.
 Fig. 5. Teil des Gehäuses.
 Fig. 6. Ein Stück eines Rhizopodiums mit aufgenommenen Bakterien.
 Fig. 7. Austreten der Tochteramöben.
 Fig. 8. Freie, nackte Tochteramöben.
 Fig. 9. Wie 3 aber im Querschnitt.

Tafel 9.

Chrysothylakion vorax.

- Fig. 1. Ein Individuum auf einem *Chaetomorpha*-Faden (Kombination).
 Fig. 2. Optischer Längsschnitt. *c* = kontr. Vacuole; *n* = Kern; *ch* = Chromatophore; *L* = Leucosin.
 Fig. 3. Optischer Querschnitt. *c* = kontr. Vacuole; *n* = Kern; *ch* = Chromatophoren; *L* = Leucosin.
 Fig. 4. Gehäusemündung mit dem proximalen Teil des Rhizopodiensystems.
 Fig. 5. Optischer Schnitt parallel der Basis. Buchstaben wie bei Fig. 3.
 Fig. 6. Verschiedene leere Schalen.
 Fig. 7. Junges nacktes Individuum. Rhizopodialsystem bereits einseitig angelegt. Protoplast mit einer sehr zarten Haut umhüllt.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über eine neue Amöbe — *Dinamoeba (varians)* — mit dinoflagellatenartigen Schwärmern.

(Der Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten
II. Teil.)

Von
A. Pascher (Prag).

(Mit Tafel 10 und 4 Textfiguren.)

Im ersten Teile dieser Studien wurden drei rhizopodial lebende Organismen besprochen, die durch den Besitz von Chromatophoren, charakteristischer Stoffwechselprodukte, wie auch durch die Dauerstadien trotz ihrer ausgesprochenen biologisch weit vorgeschrittenen, rhizopodialen Ausbildung ihre Verwandtschaft mit den Chrysomonaden unzweifelhaft erkennen ließen, obwohl bewegliche Flagellatenstadien-Schwärmer bei ihnen nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

In dieser II. Studie soll ein rhizopodialer Organismus, eine typische Amöbe, beschrieben werden, an der weder Chromatophoren noch charakteristische Stoffwechselprodukte vorhanden sind, die aber im Gegensatz zu den vorbeschriebenen rhizopodialen Chrysomonaden in ihren Vermehrungsprodukten, den Schwärmern, unzweifelhaft ihre Herkunft von den *Dinoflagellatae* erkennen läßt: sie bildet in eigens geformten Cysten Schwärmer aus, die völlig farblosen *Gynmodinium*-Arten entsprechen. Wegen ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Dinoflagellaten wurde sie auch *Dinamöba* genannt.

Dinamoeba ist marin, ich fand sie zwischen dichten Schizophyceendecken, die außerdem noch zahlreiche kleine Diatomeen, farb-

lose Flagellaten, auch Cryptomonaden und daneben verschiedene einzellige Grünalgen unbestimmbarer Stellung enthielten. Sie war relativ groß, Individuen von 40—60 μ im Durchmesser waren nicht selten. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur hatte sie lebhaftes Bewegung; die Pseudopodien waren plump kurz, nie so lang wie bei *Amoeba proteus*, doch deutlich abgesetzt. Am besten geben hierüber die beigegebenen Figuren Aufschluß. Die Grenze zwischen hellem Rand und körnigem Innenplasma war sehr undeutlich, sie wurde nur bei der Anlage neuer Pseudopodien deutlicher. Kontraktile Vakuolen fehlten; der Kern war groß und deutlich, er ließ bereits ohne Färbung einzelne Details erkennen: deutliches, fädiges Gerüst mit ein oder zwei Binnenkörpern. In den Nahrungsvakuolen waren vorherrschend Flagellaten, Diatomeen und Grünalgen, weniger Cyanophyceen zu sehen. Auffallend waren manchmal deutliche, fädige Stränge, die wie ein Fadengerüst den zentralen Teil der *Dinamoeba* durchzogen. Das Fadenwerk war auch bei den verschiedenen Entwicklungsstadien der Dinamöben immer wieder zu erkennen.

Im allgemeinen war *Dinamoeba* sehr robust und gar nicht empfindlich gegen die bei den Beobachtungen unvermeidlichen Konzentrationsänderungen des Meerwassers.

Die Größe schwankte sehr, an den gleichen morphologischen Eigentümlichkeiten ließ sich aber die spezifische Identität leicht feststellen. Teilungsstadien der Amöben fanden sich nie, trotz sorgfältigsten Suchens zu den verschiedensten Tages- und Nachtzeiten.

Im selben Magma fanden sich nun auch eigentümliche Cysten; sie besaßen eine gerade Bauch- und eine hochgewölbte Rückenseite, waren im optischen Längsschnitte ellipsoidisch, im Querschnitt verkehrt eiförmig. Ihre Membran war sehr derb, an den beiden stumpfen Enden verdickt und hier auch geschichtet. Sie gab Cellulosereaktion. Von diesen Cysten, die bis 45—70 μ in der Länge, 20—50 μ in der Höhe und bis 30 μ in der Dicke maßen, fand ich auch sehr oft leere Cystenhäute.

Es konnte nun einwandfrei festgestellt werden, daß diese zweispitzigen Cysten die Dauerstadien der vorbeschriebenen Amöben darstellten. Es ließen sich nicht nur alle Stadien der Cystenbildung nebeneinander finden, sondern es konnte auch bei bestimmten Individuen bei fixierter Einstellung der bewegungslos gewordenen Amöben nacheinander die Entwicklung der Cysten verfolgt werden; ich möchte ausdrücklich betonen daß die Encystierung kontinuierlich beobachtet werden konnte und daß eine Vermengung von Stadien verschie-

dener Organismen hierbei ausgeschlossen war. Ich kann mich des Eindrucks nicht nur bei älteren Arbeiten, sondern auch bei vielen einschlägigen neueren Arbeiten nicht erwehren, als ob man speziell in dem Punkte es manchmal fehlen lasse, speziell dort, wo die Studien nur an fixiertem oder gefärbtem Materiale gemacht wurden.

Amöben, die sich encystierten, kontrahierten sich zunächst unter auffallenden, fast peristaltischen Bewegungen, die von den normalen Bewegungsweisen weit abwichen. Zugleich wurde die amöboide Beweglichkeit immer träger, schleppender, bis schließlich nur mehr die ruckartigen, peristaltischen Bewegungen übrig blieben. Ich hatte den Eindruck, es fände eine deutliche Volumsverminderung statt. Ausgeschlossen wurden alle noch wenig verdauten oder ganz verdauten Inhaltskörper, sowie auch die rötlichen konsistenteren Körperchen. Manchmal wurden aber halbangedaute vegetabilische Körper beibehalten. Der kontrahierte Protoplast rundete sich dann unregelmäßig ab. Bald darauf, es ging dies sehr rasch vor sich, war an einem Ende eine gallertige Anhäufung zu bemerken und kurz darauf war eine dünne, doch deutlich sichtbare Membran um den Protoplasten abgeschieden. Diese Membran war zuerst dünn und schmiegsam, denn der Protoplast nahm inzwischen eine Form an, die am besten mit einer einseitigen, dicken Spindel oder einer plumpen Orangeschnitze mit stumpfen Enden zu vergleichen wäre. Damit näherte sich das ganze Gebilde in seiner Gestalt immer mehr den fertigen Cysten. Dann wurde die Membran immer stärker, verdickte sich bedeutend an den Enden — schließlich war die Cyste fertig.

Auf die äußere Morphologie dieser Cysten bin ich bereits eingegangen, es erübrigt sich noch den Protoplasten dieser Cysten zu besprechen. Er lag der Innenwand der Cyste bis auf die beiden Pole dicht an, wo der Protoplast deutlich einen Zwischenraum frei ließ. Im übrigen war auch dieser Raum nicht leer, sondern ausgefüllt mit einer gelatinösen Substanz, die wahrscheinlich durch partielle Verschleimung der inneren Schicht der Cystenwand entstand und die in der weiteren Entwicklung dieser Cysten noch eine bestimmte Aufgabe hat. Im Protoplasten der Cyste lag der große Kern, mehr der Dorsalseite der Cyste genähert, oft so sehr, daß ihn nur ein ganz dünner Plasmabelag von der Cystenwand trennte. Ferner waren noch Öl- und Fettröpfchen nachweisbar, erstere häufig und gefärbt; sowie angedaute Organismen, deren Nahrungsvakuole meist nur einen sehr schmalen Hof herum zeichnete. Im übrigen war das Plasma körnig und zeigte hier und da strangartige konsistentere

Massen. Die Cysten waren sehr verschieden lang, die kleinsten maßen 45—50 μ in der Länge, die größten bis 70 μ . Doch wurde diese Differenz oft durch eine bedeutendere Höhe der Cysten annähernd ausgeglichen.

Da an den freilebenden Amöben eine Teilung oder überhaupt Vermehrung nicht beobachtet wurde, so lag die Annahme, in Analogie zu den Studien-Ergebnissen über eine andere Amöbe, über die ich später in diesen Studien zur rhizopodialen Entwicklung der Flagellaten berichten werde, nahe, daß sich in diesen Cysten auch die Vermehrung abspiele und diese Cysten nicht bloße Ruhestadien wären. Solche Verhältnisse finden wir ja bei verschiedenen Flagellaten ganz konsequent ausgebildet: einzelne von ihnen teilen sich nicht mehr im beweglichen Zustand, sondern gehen verschiedene Ruhestadien ein: Gloeocysten, Palmellen oder Sporenstadien, in denen dann eine ausgiebige Vermehrung stattfindet. Und man kann bei diesen Flagellaten deutlich alle Übergänge finden, von solchen, bei denen das bewegliche Stadium ausgesprochen dominiert und das normal vegetative Stadium darstellt, und das Ruhestadium nur gelegentlich auch zu Zwecken der Vermehrung ausgebildet wird, bis zu jenen Formen, bei denen die Ruhestadien (Palmellen und Gloeocysten) das dominierende vegetative Stadium bilden und das ursprünglich dominierende bewegliche Flagellatenstadium nur mehr Propagationszwecken dient.

In der Tat fand sich auch in den Cysten Protoplastenteilung. Es war zunächst Zweiteilung. Die Teilungsebene lag quer oder etwas schief zur Längsachse der Cyste. Leider konnte ich nie cytologische Details dieser Teilung (hauptsächlich wegen der relativen Spärlichkeit des Materials) erhalten. Die Kerne waren zunächst noch genähert, dann rückten sie mehr in die Mitte der beiden Teilprodukte. Diese zeigten keine besondere Organisation und zeigten die unter den gegebenen Verhältnissen mögliche Form. Immer erfolgte dann noch eine zweite Teilung, die ursprünglich wohl auch quer angelegt war, meist aber in schiefer Lage endete und vier Teilprodukte lieferte, von denen je eines die beiden Polräume, zwei, die aber meist gegeneinander verschoben waren, den zentralen Raum ausfüllten; oft schoben sie sich auch tetraedrisch aneinander. Bei größeren Cysten erfolgte noch eine dritte Teilung; die acht entstehenden Teilprodukte waren nicht mehr so bestimmt in ihrer Anordnung, ließen zunächst wohl ihre Entstehung erkennen, verschoben sich aber sehr bald gegeneinander. Mehr als drei Teilungen, also acht Teilprodukte, wurden in den Cysten nie beobachtet.

Ob aber nun die Teilung mit vier oder mit acht Teilprodukten abschloß, immer verhielt sich die weitere Entwicklung gleich. Es entstand aber nicht, wie man anzunehmen geneigt wäre, die Bildung von vier oder acht kleinen Amöben, die austreten und dann wachsen und sich wieder encystieren.

Waren die Teilungen beendet, so bemerkte man bereits recht frühzeitig charakteristische Veränderungen an den Teilprodukten. Sie verloren sehr bald zum Teil ihre passive, durch die Raumverhältnisse sich ergebende Form. Bald zeigten sie kurze ruckartige Bewegungen; soweit sie nicht gegeneinander allzusehr abgepreßt wurden, rundeten sie sich ab. Dann aber kam, ich möchte fast sagen, stoßweise eine charakteristische Organisation in sie: sie begannen sich einseitig auszubilden, ruckartig zogen sie sich äquatorial ein, nicht im ganzen Umfang der Protoplasten, aber doch so, daß eine wenn auch nicht vollständige Querfurche gebildet ward. Nicht auf einmal wurde sie gebildet: mit einem leichten Rucke zog sich ganz unmerklich der Protoplast äquatorial zusammen, plötzlich war eine Stelle wieder ruckartig vertieft und nun von da ausgehend, nach beiden Seiten hin verlaufend, vertiefte sich die leichte äquatoriale Einsenkung zu der leichten, aber deutlichen Furche, die den Protoplasten nicht völlig umgriff. Gleichzeitig aber, was viel schwerer zu beobachten war, da die meisten Teilprodukte nicht diese Seite aufwärts kehrten, vertieften sich auch die flachen Seiten der Protoplasten ganz leicht unterhalb dieser Querfurche zu einer leichten Einsenkung, die zwar nicht ausgesprochenen Furchencharakter hatte, dennoch aber deutlich zu bemerken war. Und auch diese Einsenkung nahm ihren Ausgang von der lokalen, äquatorial gelegenen medianen Vertiefung.

Diese Organisation der Teilprodukte erinnert lebhaft an die Organisation der Peridineen. War die Entwicklung der vier oder acht Teilprodukte soweit gediehen, dann erfolgte gewöhnlich die Entleerung der Cyste. Die beiden polar gelegenen Schleimmassen begannen aufzuquellen, — es ist hierbei zu bemerken, daß auch viele Chlorophyceen durch quellende, verschleimende Innenpartien ihrer Zellmembranen ihre Vermehrungsprodukte ausstoßen —, zugleich dehnte sich unter Verquellung die Haut der Cyste an einer im übrigen gar nicht regelmäßig gelegenen Stelle und ließ hier eine Öffnung entstehen, aus der die Teilprodukte ausgepreßt wurden. Und tatsächlich verhielten sich diese austretenden Teilprodukte wie Schwärmer, die frei beweglich waren und völlig Peridineenorganisation hatten. Die durch Encystierung der Amöben gebildeten Cysten

bilden also Schwärmer aus, die unbedingt als farblose, selbständige Gymnodinien hätten gelten müssen, wenn nicht ihre Entwicklungsgeschichte gezeigt hätte, daß dieses Schwärmerstadium in diesem Falle eben nicht das vegetative Stadium des Organismus darstellte.

Die Schwärmer und ihre Weiterentwicklung.

Die Gymnodinien-artigen Schwärmer zeigten nie mehr die halbangedauten organischen Einschlüsse, die auch in ungeteilten Protoplasten noch hier und da vorhanden blieben. Diese Einschlüsse blieben in den Cysten, ebenso wie auch kleine Plasmarestes oder Öltropfen und Fettkörperchen zurückblieben. Häufig fanden sich in den leeren Cysten auch noch kristalloide Gebilde, anscheinend Excretkörper. Während andere Amöben sich bereits vor der Encystierung der verschiedenen Inhaltskörper entledigen, scheint es als ob hier dieser Prozeß sich verzögerte und erst bei der Entleerung der Cysten, vor der Aufteilung ihrer Protoplasten in die Vermehrungsprodukte erfolgt. Ähnliches wurde ja auch bei Mastigamöben beobachtet. In der „leeren“ Cyste waren oft deutlich die verschleimten Membranpartien zu sehen, die die Entleerung bewirkten, oft zeigten sie auch noch deutliche Schichtung.

Die ausgetretenen Schwärmer erinnerten in allem und jedem an nackte Gymnodinien. Ihre Form war nicht sehr konstant, meist war die Hälfte über der Äquatorialfurche größer als die unter derselben; von oben gesehen waren sie deutlich asymmetrisch, auf der Seite, wo sich Längs- und Querfurche trafen, war der Organismus der ganzen Länge nach abgeplattet. Die Querfurche war ziemlich deutlich, schloß aber nicht zusammen; ihre Ausbildung war an den Schwärmern sehr ungleichmäßig, oft zog sie von der Mediane aus nach rechts um die ganze Rückseite des Protoplasten, um dann an der einen Flanke zu enden, manchmal aber war sie wohl an den beiden Flanken deutlich entwickelt, fehlte aber dorsal; in einzelnen Fällen war sie überhaupt nur an einer Flanke zu bemerken, oft fehlte sie wohl an den Flanken wie an der Rückseite ganz, und nur in der Mediane zeigte eine kurze quere Einsenkung ihr Dasein an. Es machte ganz den Eindruck, als ob die Querfurche in Rückbildung begriffen sei. Das war bestimmt der Fall bei der Längsfurche, die meist nur an einer ganz kurzen longitudinalen Einsenkung zu erkennen war, die sich bald vollständig in der medianen Ausbuchtung des Protoplasten verlor. Oft fehlte auch diese kurze Andeutung der Längsfurche. Bei rascher Abtötung mit Jod konnte die Quergeißel

deutlich gemacht werden, sie wurde dann gewöhnlich aus der Quersfurche herausgeschleudert. Von einer Längsgeißel konnte nie auch nur eine Andeutung beobachtet werden. Ich kann nun nicht sagen, ob sie vorhanden war und nur bei der Beobachtung ganz entging oder ob sie überhaupt fehlt.

Ich möchte hier nicht verschweigen, daß auch KLEBS bei seinem *Cystodinium bataviense* an den Schwärmern nach der Behandlung mit Chlorzinkjod nie eine Längsgeißel bemerkte; KLEBS meint aber, daß sie wohl vorhanden ist, ihm aber nicht zur Beobachtung gelangte. — Übrigens war an den Schwärmern unserer Amöbe das Spiel der Quergeißel auch manchmal im Leben zu beobachten, da die Quergeißel, besonders wenn die Quersfurche nur recht mangelhaft ausgebildet war, nicht immer in der Äquatorialebene schwang, sondern auch manchmal über ein Stück der oberen oder auch unteren Protoplastenhälfte hinwegstrich. Jedenfalls möchte es mir nach den Beobachtungen scheinen, als ob diese Schwärmer, verglichen mit typischen Peridineen, in bezug auf Furchensystem und Geißeln in Rückbildung begriffen seien. Die Bewegung war sehr unregelmäßig, schlingernd und drehend, viel unbeholfener als man es sonst an den Peridineen gewöhnt ist.

Eine Membran war nie nachzuweisen, ich möchte die Schwärmer als vollständig nackt ansprechen — auch die ganz feinen Membranen, die wir bei manchen Gymnodinien oder noch viel zarter bei Cryptomonaden finden, ließen sich nicht nachweisen. Der Kern war groß und deutlich, trat schon im Leben sehr deutlich hervor, war mehr in der oberen Protoplastenhälfte gelagert und dabei der eingezogenen Seite des Protoplasten genähert. Pulsierende Vacuolen fehlten.

Die Schwärmer maßen 10–14 μ in der Länge, 8–12 μ in der Breite und 5–10 μ in der Dicke.

Die Form war sehr wechselnd, der ganze Protoplast war in ständiger Metabolie begriffen, der Umriss war kaum in 5 aufeinanderfolgenden Sekunden gleich. Die Schwärmer zogen sich entweder von den beiden Polen her ganz zusammen oder wurden mehr scheibenförmig, oder aber sie verlängerten sich sehr. Oft tat dies nur die obere oder untere Protoplastenhälfte, so daß die abenteuerlichsten Formen zustande kamen. Abgesehen davon bildeten sich völlig unregelmäßige Einziehungen oder Vorwölbungen, oft so sehr, daß die eigentliche Konfiguration der Schwärmer oft schwer zu erkennen war.

Nie wurde an den Schwärmern Teilung oder auch nur eine An-

deutung davon gesehen. Die Weiterentwicklung der Schwärmer verlief ganz anders und ganz unerwartet. Nach einiger, nicht übermäßig langer Zeit des Schwärmens, meist 8—14 Minuten, selten länger, wurden die unregelmäßigen Formveränderungen des Protoplasten immer energischer, die Vorwölbungen und Einziehungen wurden immer größer, aber auch viel unregelmäßiger, dabei ging die ursprüngliche Form der Schwärmer immer mehr verloren, um so mehr, als auch die Furchenorganisation undeutlicher wurde. Der letztere Umstand ging aber nur teilweise direkt auf die Formveränderungen zurück, es ließ sich deutlich sehen, daß auch die Furchen langsam verschwanden, immer weniger ausgesprochen wurden: die Querfurche schwand zuerst, länger blieben der kleine (übrigens auch oft fehlende) Rest der Längsfurche, sowie überhaupt Andeutungen der medianen Abflachung der Protoplasten vorhanden. Dann schwand auch dies und nur eine kleine Einsenkung ließ mehr die Stelle erkennen, wo sich Längs- und Querfurche kreuzten.

Selbstredend schwand damit auch mehr und mehr die Eigenbewegung der Geißel, sie wurde immer mehr ersetzt durch die amöboiden Formveränderungen der Protoplasten. Was mit der Quergeißel selbst geschah, vermag ich nicht zu sagen, ich neige aber nicht zur Annahme, daß sie eingeschmolzen wurde, da ich einzelne freie Geißeln bemerkte, wie dies bei jenen Monaden der Fall ist, die infolge verschiedener äußerer Faktoren die Geißeln abwerfen.

Schließlich waren alle Schwärmer zu kleinen Amöben geworden, die in ihrer Morphologie genau den eingangs beschriebenen großen Amöben entsprachen, die auch, oft noch als halbe Schwärmer mit der Aufnahme organischer Körper begannen. Sie wuchsen relativ rasch heran und wurden bald zu solchen Amöben, wie sie zuerst im Magma auffielen.

Andere Entwicklungsstadien wurden nicht beobachtet, was natürlich nicht gegen die Möglichkeit spricht, daß solche vorhanden sind.

Fasse ich die beschriebene Entwicklung kurz zusammen, so ergibt sich: die beschriebenen Amöben encystieren sich früher oder später und bilden bipolare Cysten, die plumpen Orangenschnitzen nicht unähnlich sehen. In diesen Cysten erfolgt Teilung entweder in vier oder in acht Teilprodukte, die bereits innert der Cyste eine bestimmte Organisation annehmen. Diese Teilprodukte werden dann aus der Cyste entleert, schwärmen als *Gymnodinium*-ähnliche Monaden eine Zeitlang herum, um dann sukzessive unter Aufgabe ihrer Monadenorganisation amöboid und schließlich überhaupt zu Amöben

zu werden, die wieder zur Größe der ursprünglichen Amöben heranwachsen.

Stellung der Amöbe.

Damit zeigt unsere Amöbe eine ganz eigenartige Entwicklung. Jedenfalls scheint klar zu sein, daß die amöboide Organisation das Sekundäre ist, daß unsere Amöbe phylogenetisch auf Monadenstadien zurückgeht, auf sie auch bei ihrer ontogenetischen Entwicklung noch zurückgreift; mit anderen Worten, sie ist eigentlich eine völlig zur Amöbe gewordene Flagellate, eine Flagellate, die sich völlig an die animalische Lebensweise angepaßt, dabei sogar ihre ursprüngliche Organisation wenigstens in den vegetativen Stadien eingebüßt hat; diese Anpassung an die animalische Lebensweise der Rhizopoden hat aber noch nicht die reproduktiven Stadien beeinflußt, die Vermehrung spielt sich — ganz im Sinne der biogenetischen Regel — noch im Flagellatenstadium ab.

Gerade der Umstand, daß unsere Amöbe in ihren Cysten noch Flagellatenstadien ausbildet, läßt uns aber auch ihre engere Ableitung erkennen, wir vermögen sogar zu schließen, von welcher Flagellatenreihe unsere Amöbe sich ableitet. Die Organisation der Schwärmer deutet unzweifelhaft auf die Dinoflagellaten hin, die Existenz einer Furchenorganisation, die sich in eine äquatoriale Quer- und in eine mediane Längsfurche differenziert, findet sich nur bei den Dinoflagellaten, eine Analogie, für die ja eine derartige Furchenorganisation ein ganz typisches Charakteristikum darstellt. Dasselbe gilt für die Quergeißel. Auch die allgemeine Konfiguration der Schwärmerprotoplasten ist nicht anders zu deuten. — Die absolute Übereinstimmung der Schwärmer mit Dinoflagellaten ist unleugbar. Schon dieser Umstand spricht unzweifelhaft für eine Ableitung unserer Amöbe von den Dinoflagellaten; unsere Amöbe ist eben eine in ihren vegetativen Stadien völlig amöboid gewordene farblose Dinoflagellate.

Daraus ergibt sich aber die Folge, daß den Schwärmern derartiger rhizopodialer Organismen wohl auch eine phylogenetisch verwertbare Bedeutung zukommt, im Gegensatze zur Auffassung DOFLEIN'S und BÜTSCHLI'S. Diese auffallende Übereinstimmung der *Dinamoeba*-Schwärmer mit typischen Dinoflagellaten erklärt sich unmöglich mit der Annahme DOFLEIN'S, daß es sich bloß um „ähnliche Formen durch Anpassung an ähnliche Lebensbedingungen entstanden handle“. Und wenn BÜTSCHLI die Frage aufwirft, ob die Ausbildung dieser Fortpflanzungskörper als ein Rückschlag zu einer früheren Organi-

sationsstufe aufgefast werden dürfe oder als eine, bestimmter Zwecke wegen allmählich erlangte besondere Ausbildung der Sprößlinge, so ist bei *Dinamoeba* wie auch bei den verschiedenen Algenstämmen die Frage wohl nur in der ersten Richtung hin zu beantworten. Ich glaube auch bestimmt, daß sich bei genauer Kenntnis der Schwärmer „echter“ Rhizopoden, — und bis jetzt sind wir in den allermeisten Fällen kaum über ihre äußere Morphologie orientiert, — Tatsachen ergeben werden, die uns auch hier zur Annahme einer genetischen Beziehung zu morphologisch übereinstimmenden Flagellatenreihen zwingen werden, so wie derartige Übereinstimmungen zwischen Flagellatenreihen und den Schwärmern der einzelnen Algenreihe, die Annahme phylogenetischer Beziehungen zwischen Algen und Flagellaten, und zwar nicht nur im allgemeinen, sondern von Gruppe zu Gruppe, unabweislich gemacht haben.

Auffallend ist auch, daß sich die Morphologie des Kernes mit einem Kerntypus deckt, der bei den Dinoflagellaten vorkommt. Obwohl ich wegen der Spärlichkeit des Materials auf die geschlossene Beobachtung der Entwicklungscysten Wert legte und nicht auf die Cytologie achten konnte, so ließen sich doch Details am Kern erkennen. KLEBS beobachtete zwei verschiedene Typen der Dinoflagellatenkerne, den einen nennt er den fädigen Zellkern ohne Nucleolus, den anderen den feinkörnigen mit Nucleolen. Ersteren fand er bei *Cystodinium Steinii*, ferner bei *Gymnodinium minima* und *G. bogoriense*, ferner bei *Tetra*-, *Stylo*- und *Gloeodinium*; letzteren untersuchte er speziell bei *Hypnodinium* genauer. Der Kern von *Dinamoeba* scheint uns nach dem wenigen, was darüber ermittelt wurde, völlig dem ersten Typ zu entsprechen. Die fädig-knäuelige Struktur ließ sich bereits im Leben deutlich genug erkennen: der Kern bestand aus einem inneren Knäuel steif miteinander verschlungener Fäden. Sehr deutlich kam diese Struktur auch bei Jodierung zum Ausdruck. Bei Druck lockerten sich die einzelnen Fäden und wurden deutlicher. — Kurz es fand sich all das wieder, was KLEBS speziell für den Kern von *Cystodinium Steinii* angibt.

Es ist nun interessant zu bemerken, daß für eine Ableitung von *Dinamoeba* von den Dinoflagellaten auch noch weitere Details sprechen.

Vor allem sind es die merkwürdigen zweispitzigen Cysten, die für unsere Amöben charakteristisch sind. Es spricht dabei für die Richtigkeit der oben geäußerten Ansicht, daß solche Cysten fast in

derselben Konfiguration sich nur bei einer Flagellatenreihe vorfinden: den Dinoflagellaten. Die doppelhörnigen Cysten der Dinoflagellaten, die bereits seit langem bekannt, von verschiedenen Autoren als Dauerstadien verschiedener Peridineen aufgefaßt, von KLEBS¹⁾ aber als eine selbständige Dinoflagellatenentwicklung, als eigene Gattung *Cystodinium* angesprochen werden, — decken sich so völlig mit den Cysten unserer Amöbe, daß dieser Umstand als eine Bestätigung der obigen Ansicht gelten muß.

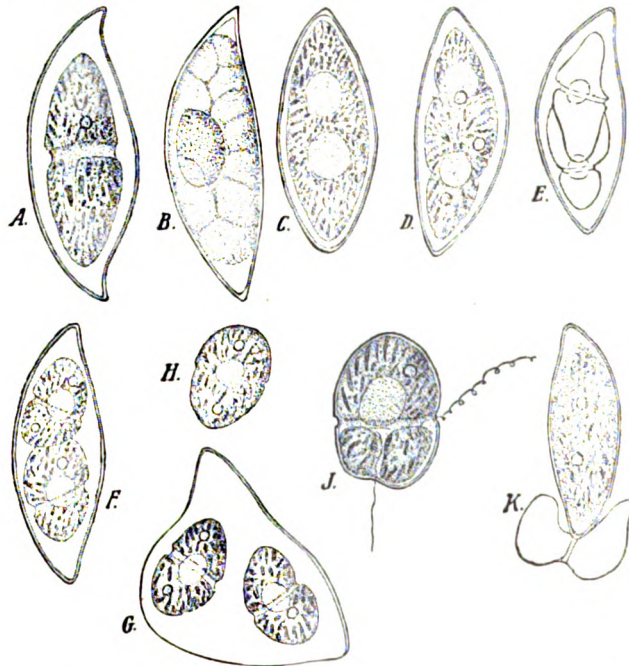


Fig. 1. *Cystodinium bataviense* KLEBS. Entwicklung. A normal vegetatives Stadium mit Gymnodinium-artig kontrahierten Protoplasten. B fixiert und gefärbt. C D Teilungsstadien. E F Teilung in zwei Gymnodinium-artige Schwärmer durchgeführt. G verquellende Cystenmembran. H J ausgetretene Schwärmer bei J. Fuß mit Jod behandelt. K aus der Haut ausgetretener Schwärmerprotoplast, der bereits die typische Form der zweihörnigen Cyste annimmt. Nach KLEBS aus der zitierten Arbeit.

Dieses *Cystodinium* sei hier ausführlicher besprochen, um die überraschende Übereinstimmung zwischen seiner Entwicklung und der Entwicklung der Amöben klarzulegen. Wobei ich es aber nicht

¹⁾ KLEBS, Über flagellaten- und algenähnliche Peridineen. Verh. natur.-med. Ver. Heidelberg XI S. 378.

für vollständig ausgemacht halte, daß, wie KLEBS zu meinen scheint, alle doppelt- oder einhornigen „Cysten“ der Süßwasserdinoflagellaten bei *Cystodium* einzustellen sind.¹⁾

Cystodinium bataviense KLEBS von KLEBS in Java gefunden und in seiner Arbeit über Flagellaten- und Algenähnliche Peridineen beschrieben, verbringt den überwiegend größten Teil ihres Lebens in zweihörnigen großen, bis 170 μ langen Cysten, die sowohl in der Form als auch in der Reaktion ihrer Membran mit den Cysten von *Dinamoeba* in auffallendster Weise übereinstimmen. Der Protoplast besitzt Chromatophoren, zeigt ursprünglich keine bestimmte Organisation, nimmt aber vor der Teilung Peridineenorganisation an (also Furchensystem und Augenfleck). Die Teilung des Protoplasten liefert zwei Teilprodukte, die ganz wie die Teilprodukte unserer *Dinamoeba*, Furchenorganisation (und als Süßwasserorganismen auch kontraktile Vacuolen) haben. Die beiden Gebilde treten dann aus der verquellenden Cyste heraus, schwärmen als typische Gymnodinien (die eine leichte ungegliederte Haut besitzen) herum, kommen aber nach wenigen Minuten zur Ruhe; ihre Haut platzt, der Protoplast dreht sich zu einem spindelförmigen Gebilde und umgibt sich mit einer Haut, wächst, seine Haut verstärkt sich und er wird wieder zu einer doppelspitzigen, spindelförmigen Zelle, die allmählich zur normalen Größe heranwächst.

Auch *Cystodinium Steinii*, eine in den Sümpfen Mitteleuropas anscheinend verbreitete Art,²⁾ die lange Zeit als Cyste verschiedener Peridineen gegolten hat, verhält sich ganz ähnlich. Auch hier doppelhornige gekrümmte Cysten, deren Enden aber in lange Körner ausgezogen sind mit einem undifferenzierten, mit Chromatophoren

¹⁾ Ich glaube, daß es wohl möglich ist, und einige von mir gemachte Beobachtungen sprechen dafür, daß es in der Tat Süßwasserdinoflagellaten gibt, bei denen das normalvegetative Stadium beweglich ist, und die nur vorübergehend derartige Cysten bilden. Es läßt sich leicht verstehen, daß ganz analog zu anderen Flagellatenreihen, auch bei den Gymnodinien eine Entwicklung einsetzt, in dem Sinne, daß das Leben in den Dauerstadien ausgesprochener, das bewegliche Stadium in seiner Dauer verkürzt wird, bis schließlich im vegetativen Leben solcher Dinoflagellaten das Cystenstadium dominiert und das Flagellatenstadium nur mehr zur Vermehrung gebildet wird: letzterer Zustand wird durch die von KLEBS studierten *Cystodinium* realisiert, und nur diese dürfen als Cystodinium gelten. Die Abgrenzung dieser Gattung nach unten hin ist demnach unsicher: charakterisierend ist aber der Umstand, welcher Zustand im vegetativen Leben dominiert, nicht also die bloße Existenz des zwei- oder einhornigen Stadiums.

²⁾ In Böhmen sah ich sie an vielen Plätzen sehr häufig; auch in Hilleroed, Dänemark, fanden sie sich.

versehenen Protoplasten. Derselbe nimmt vor der Teilung Peridineenorganisation an, teilt sich in zwei *Gymnodinium*-artige Schwärmer, die austreten, um nach kurzer Schwärmerzeit unbeweglich zu werden; es erfolgt dann an einem Ende die Bildung eines Gallertstieles, der Schwärmer streckt sich und bildet sich allmählich zur zweihörnigen Cyste um.

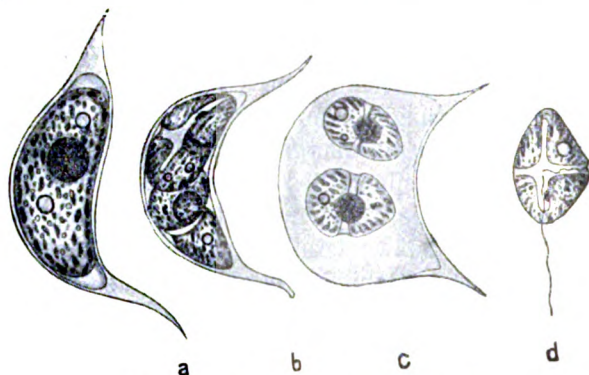


Fig. 2. *Cystodinium Steinii* KLEBS.

a normal vegetatives Stadium; *b, c* Bildung und Austritt der *Gymnodinium*-artigen Schwärmer; *d* ein solcher Schwärmer (nach KLEBS' aus SCHILLING's Bearbeitung der *Dinoflagellatae* in PASCHERS Süßwasserflora Heft III).

Vergleichen wir die Entwicklung dieser beiden Cystodiniën mit der Entwicklung von *Dinamoeba*, so überrascht die weitgehende bis in die Details gehende Übereinstimmung (vgl. die Fig. 1 u. 2).

Bei Beiden die Cysten doppelhörnig, mit Cellulosemembran. Bei beiden Gattungen entstehen aus den Protoplasten Schwärmstadien mit typischer Peridineenorganisation: dem typischen Furchensystem und Geißeln. Aus diesen Schwärmstadien gehen nach kurzer oder längerer Zeit wieder die Cysten hervor.

Die Unterschiede sind gegenüber diesen großen Übereinstimmungen nur geringfügig oder als speziell biologische Einrichtungen verständlich. Absolut unwesentlich ist der Umstand, daß *Dinamoeba* in ihren Cysten 4 oder 8 *Gymnodinium*-artige Schwärmer bildet, *Cystodinium* aber deren nur zwei.¹⁾ Ferner der Umstand, daß der Protoplast bei *Cystodinium* vor der Teilung noch Peridineenorganisation annimmt (Furchensystem), während der Protoplast der Cysten von *Dinamoeba* dies nicht mehr tut und die Peridineenorganisation erst an den Vermehrungsprodukten hervortritt.

¹⁾ Übrigens sah ich vor Jahren aus *Cystodinium Steinii*, das bei Krummat im südlichen Böhmerwalde gesammelt war, neben zwei auch vier Schwärmer hervorgehen.

Ein anderer, übrigens auch nicht wesentlicher Unterschied ist der, daß *Cystodinium* den größten Teil seines Lebens in diesen doppel-spitzigen Zellen verbringt, während bei *Dinamoeba* diese zweieckigen Cysten den Charakter bloß vorübergehender Ruhestadien haben. Das wird aber gerade durch die verschiedene Lebensweise verständlich: *Cystodinium* lebt holophytisch, *Dinamoeba* dagegen animalisch, ein Umstand, der bei der letzteren ein mehr dominierendes Cystenstadium unmöglich macht.

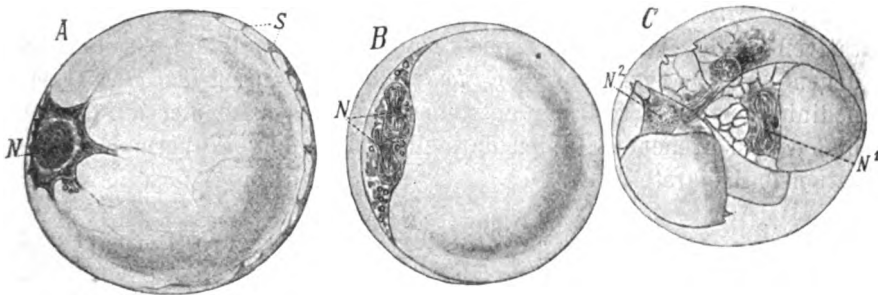


Fig. 3a.

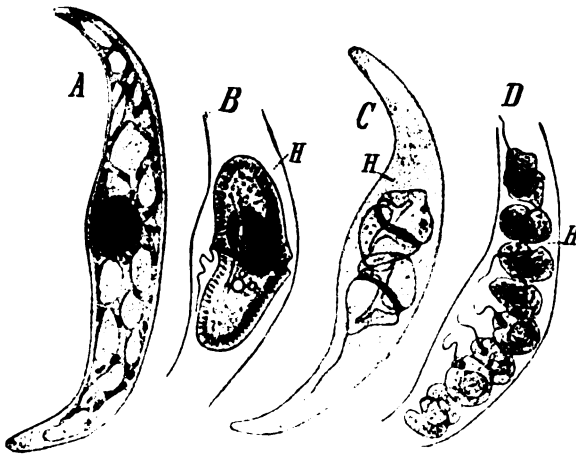


Fig. 3b.

Fig. 3. *Dissodinium lunula* KLEBS. (nomen novum).

Fig. 3a. Normale Vegetationsform in sukzessiver Ausbildung der zweispitzigen Cysten, die allmählich Mondform annehmen. Fig. 3b. Eine mondförmige Cyste mit sukzessiver Bildung von 8 Gymnodinium-artigen Schwärmern (nach DOGIEL aus DOFLEIN's Lehrbuch, Figg. 467, 468).

Im übrigen scheint es auch holophytische Peridineen zu geben, bei denen die doppelhörnigen Cysten ebenfalls nur als vorübergehend gebildete Dauerstadien auftreten, die sich aber von *Cystodinium*

nur durch die geringere Betonung des Cystenstadiums während der Dauer des vegetativen Lebens unterscheiden. Das ist speziell bei marinen Dinophyceen bereits bekannt. Hier ist es der Organismus, der ursprünglich als *Gymnodinium lunula*¹⁾ bekannt wurde, der von KLEBS als *Diplodinium* abgegliedert wurde, der aber (da der Name *Diplodinium* bereits an eine Ciliate vergeben ist) nach dem Vorschlage von KLEBS nun *Dissodinium* KLEBS heißen soll (mit der Art *Dissodinium lunula* KLEBS). — Dieser Organismus wurde speziell von DOGIEL studiert, der nachwies, daß in den unbeweglichen vegetativen Stadien zunächst doppelkernige Cysten gebildet wurden, in denen ganz in Analogie zu *Cystodinium* wie auch *Dinamoeba* Gymnodinium-artige Schwärmer entstehen, und daß auch hier die Cysten bloß vorübergehende Stadien darstellen, die nicht die normale Vegetationsform darstellen.

Durch die verschiedene Lebensweise ist es auch bedingt, daß sich bei *Dinamoeba* die Gymnodiniumschwärmer in Amöben umwandeln, bei *Cystodinium* sich aber bald in die holophytischen Cysten umbilden. Die animalische Ernährung steht unter den Dinoflagellaten nicht vereinzelt, speziell *Gymnodinium* neigt sehr (auch in assimilationsfähigen Formen) zur animalischen Ernährung: entweder nimmt der Protoplast direkt die organischen Körper auf, oder er bildet, wie speziell ZACHARIAS zeigte, ein Rhizopodiensystem aus. Ein solches wurde übrigens in letzter Zeit auch gelegentlich an hochentwickelten Peridineen (*Ceratium*) gefunden. Demnach ist animalische Ernährung bei den Dinoflagellaten keine unbekannte Erscheinung. Während aber alle diese sich animalisch ernährenden Dinoflagellaten diese Ernährungsform entweder mehr fakultativ haben, oder sie selber, wenn die animalische Ernährung ausgesprochenere Formen annimmt, doch noch die Dinoflagellatenorganisation beibehalten, hat sich *Dinamoeba* völlig auf die animalische Ernährung eingestellt, und im vegetativen Stadium die Dinoflagellatenorganisation völlig abgestreift und ist vollständig rhizopodial geworden. Und ähnlich wie das holophytische, cellulär gewordene *Dissodinium* oder *Hypnodinium* oder *Cystodinium*, deren vegetative Stadien unbeweglich „echt pflanzliche“ Zellen „algenartiger“ Form bilden, nur mehr zu Zwecken der Vermehrung Gymnodinien-artige Schwärmer bildet (wobei uns dieser Vorgang, deshalb weil er bei den „pflanzlichen“ Algen immer wieder realisiert wird, ganz selbstverständlich ist) —

¹⁾ DOGIEL, Mitt. der zool. Stat. Neapel XVIII.

so kehrt auch *Dinamoeba*, das wegen seiner durchschlagenden, animalischen Ernährung zur Amöbe geworden ist, bei der Reproduktion zu denselben Schwärmerstadien zurück. Die Entwicklung ist bei beiden dieselbe, nur die Ernährung und die damit verbundenen Organisationen sind andere: hier animalisch-rhizopodial, dort holophytisch-cellulär. Es ist hier wie fast bei allen Flagellatenreihen: neben Flagellaten mit doppelter (animalisch und holophytisch) Ernährungsweise gibt es solche, die nur eine aufweisen, und von dieser ausgehend landet die Entwicklung nach der einen Richtung hin schließlich bei der Ausbildung unbeweglicher cellulärer Formen pflanzlichen Charakters, — nach der anderen Richtung hin bei Formen mit animalischer Ernährung rhizopodialen Charakters, die aber in der Art ihrer Vermehrung und lange Zeit durch die Schwärmer ihre gemeinsame Herkunft erkennen lassen.

Am besten geht die entwicklungsgeschichtliche Parallele zwischen den „Algen“artigen Peridineen und *Dinamoeba* aus den beiden umstehenden Schemata der Entwicklungscyclen hervor. Derartige Cyclen haben wohl den Vorteil der Übersicht über die Reihenfolge der ontogenetischen Stadien, lassen aber in der gewöhnlichen Darstellung meist die ontogenetische Abschlußform, jenes Stadium, das das charakteristische Stadium für das vegetative Leben des Organismus ist, nicht genügend vortreten. Ich glaube diesen Übelstand dadurch vermieden zu haben, daß ich dieses charakteristisch vegetative Stadium stärker zeichnete und auch mehr in seinen Details ausführte, während die anderen Entwicklungsstadien nur in den Umrissen schematisiert berücksichtigt wurden. Als Vergleichsbeispiel zur *Dinamoeba* wurde das erwähnte *Cystodinium* gewählt, weil uns dessen Entwicklungscyclus genügend bekannt ist.¹⁾ Der Vergleich beider Schemen zeigt die überraschende Übereinstimmung in Morphologie und Entwicklung. Er zeigt aber auch deutlich die Unterschiede an: bei *Cystodinium* hat sich das vegetative Leben vorherrschend auf das Cystenstadium verschoben, bei *Dinamoeba* blieb es beim beweglichen Stadium. Bei *Cystodinium* geht der Schwärmer bald in das dominierende ruhende Stadium über; bei *Dinamoeba* wandelt er sich entsprechend der animalischen Lebensweise in eine Amöbe um und diese erst geht gelegentlich in das Dauerstadium über.

Wäre uns eine *Gymnodinium*-Form genau bekannt — ich glaube eine solche bereits studiert zu haben —, bei der sich im gleichen

¹⁾ Ich glaube aber dabei nicht an eine enge Verwandtschaft zwischen *Cystodinium* und *Dinamoeba*.

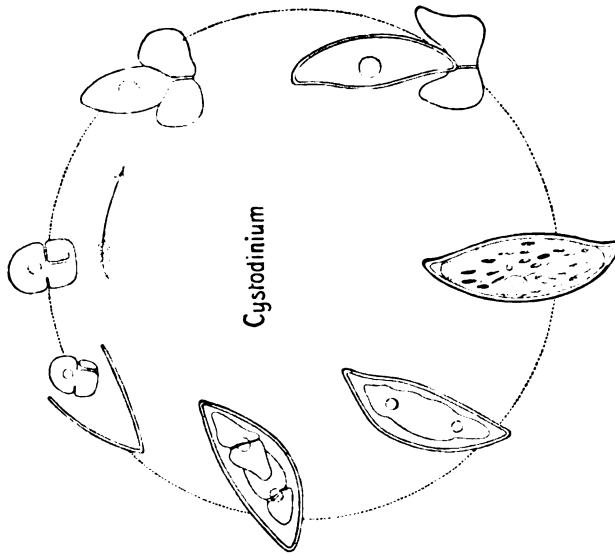


Fig. 4a.

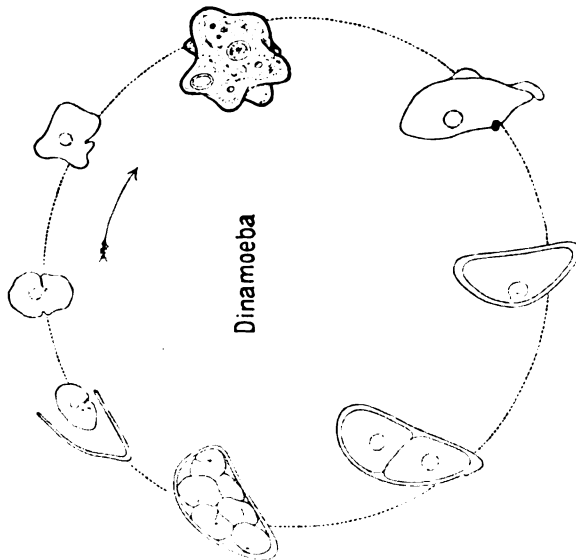
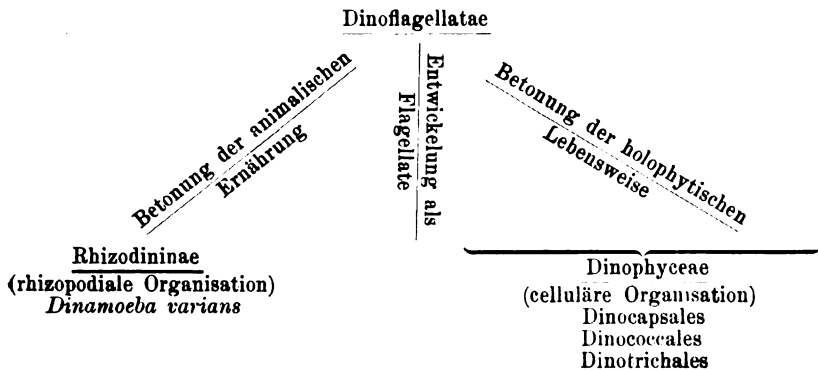


Fig. 4b.

Fig. 4a u. b. Entwicklungszyklus von *Cystodinium* (Fig. 4a) und *Dinamoeba* (Fig. 4b) nebeneinander gestellt. Die normalvegetativen Stadien stärker gezeichnet. Bei Fig. 4a rechts oben ein Stadium interpoliert. Fig. 4a kombiniert nach den in Fig. 1 wiedergegebenen Figuren von KLEBS. Fig. 4b nach den Figuren der *Dinamoeba*-Tafel (Taf. X) kombiniert. Die Entwicklung verläuft bei beiden völlig parallel. Nur ist bei *Cystodinium* das celluläre Leben betont, während sich bei *Dinamoeba* die Schwärmer in das vegetativ dominierende Amöbenstadium umwandeln.

Entwicklungscyclus wie bei *Cystodinium* das vegetative Leben vorherrschend auf das bewegliche Schwärmerstadium konzentrierte, die Cysten aber nur gelegentlich gebildet würden, so wäre die Übereinstimmung mit *Dinamoeba* auch in der ontogenetischen Abschlußform, dem charakteristischen vegetativen Stadium, noch eine größere.

Fasse ich alles zusammen, so scheint die Annahme unabweislich, daß wir in *Dinamoeba* eigentlich eine Dinoflagellate vor uns haben (Kern, Cysten, Schwärmer und Entwicklungscyclus sprechen dafür), die die bei Dinoflagellaten ziemlich verbreitete Neigung zur animalischen Ernährung durchgreifend angenommen hat und in Anpassung dazu völlig rhizopodial geworden ist. Gerade sie stellt einen wichtigen Beleg für die Annahme dar, daß völlig rhizopodiale Organisationen von Flagellaten sich ableiten können, ähnlich wie sich von ihnen unter Betonung holophytischer Ernährung Algentypen ableiten. Es ist daher notwendig den monadoiden Dinoflagellaten eine Reihe rhizopodiale Formen entgegenzustellen: die „Rhizodininae“ mit der Familie der Dinamoebaceae (bis jetzt bekannt „Dinamoeba“). Wir können demnach auch bei den Dinoflagellaten, ähnlich wie bei den Chrysomonadinen, Heterochloridalen, Cryptomonadinen (auch den Chloromonadinen), zwei von ihnen ausgehende derzeit realisierte Entwicklungsrichtungen erkennen, die vielleicht klarer durch das beistehende Schema erläutert werden.



Prag II, Weinberggasse 3 A, Juni 1914.
Leysin (Schweiz)

Tafelerklärung.

Tafel 10.

Dinamoeba varians.

- Fig. 1. Normal-vegetatives Stadium. *n* = Kern; *a* = aufgenommene Nahrung (*Cryptomonade* und *Diatomee*).
- Fig. 2. *Dinamoeba* kurz vor der Encystierung.
- Fig. 3. Fertige Cysten. *a* = mit eingeschlossenem Nahrungskörper.
- Fig. 4. Zweiteilung.
- Fig. 5. Vierteilung.
- Fig. 6. Achtteilung.
- Fig. 7 u. 8. Cysten mit je vier *Gymnodinium*-artigen Schwärmern.
- Fig. 9. Cysten mit acht Schwärmern.
- Fig. 10. Austritt der Schwärmer.
- Fig. 11. Leere Cystenhaut mit den gequollenen Membranen.
- Fig. 12. Cystenecke mit der verdickten Membran.
- Fig. 13. Schwärmer.
- Fig. 14. Schwärmer nach Fixierung mit Jod: eine Geißel sichtbar.
- Fig. 15—23. Metabolische Änderung eines Schwärmers.
- Fig. 24—27. Umwandlung der *Gymnodinium*-artigen Schwärmer in kleine Amöben, Furchenstadium noch oft deutlich erkennbar.
- Fig. 28. Junge *Dinamoeba*.

— — — — —

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Aus dem Zoologischen Institut zu Freiburg i. Br.)

Die Kernteilung bei *Euglena viridis* EHRLG.

Von
Boris Tschenzoff.

(Hierzu Tafel 11 u. 12 und 2 Textfiguren.)

I. Einleitung.

„Die Euglenoiden können . . . cytologisch als die best erforschte Flagellatenordnung gelten . . .“ sagen HARTMANN und CHAGAS in ihren „Flagellatenstudien“ (1910), und doch existiert über den Bau des Kernes und den Kernteilungsvorgang eine große Meinungsverschiedenheit.

Nach BÜTSCHLI (1889), KLEBS (1883), HAMBURGER (1911), HAASE (1910), STEUER (1904) nähert sich der Ruhekern der Euglenoideen im Bau des Außenchromatins einem solchen der übrigen tierischen und pflanzlichen Zellen, dagegen findet KEUTEN (1895) im Ruhekern von *Euglena viridis* wohl ausgebildete Chromosomen. DANGEARD (1901) stellt eine neue Theorie auf, nach welcher der Kern der Euglenen im Ruhestadium einen spiremartigen Aufbau des Chromatins aufweisen soll.

In der Beurteilung des Binnenkörpers stimmen die meisten Autoren überein. Nur HARTMANN und CHAGAS (1910) haben bei *Peranema* ein Centriol gefunden, das von den übrigen Autoren nicht bei Euglenoideen gesehen wurde. HAASE (1910) vermutet auch die Existenz des Centriols bei *Euglena sanguinea* und beschreibt außerdem Chromosomen im Binnenkörper.

Auch die Bedeutung des Binnenkörpers bei den Euglenen wird verschieden erklärt. KEUTEN erteilt ihm die Rolle eines intranucleären Centrosoms, CHATTON (1910) dagegen die eines Centriols. Nach PROWAZEK (1913) soll der Binnenkörper nicht die Rolle eines Teilungszentrums spielen.

Der Kernteilungsvorgang wird recht verschieden gedeutet. Einerseits faßt KEUTEN (1895) ihn als modifizierte Mitose mit deutlichen Chromosomen mit Längsspaltung in der Metaphase auf, andererseits findet DANGEARD (1901) überhaupt keine Chromosomen in der Metaphase, sondern nach seiner Auffassung soll das „Spirem“ des Ruhekernel einfach sich in die Länge ausziehen und in der Mitte sich quer teilen („Haplomitose“). ALEXEIEFF (1911) schreibt einigen Euglenoideen Krypto-Haplomitose zu, wobei Chromatin im Außenkern im Ruhestadium erscheint.

Eine gründliche Untersuchung der Kernteilung der Euglenen mit moderner Technik erweist sich wohl nach diesem kurzen Überblick als wünschenswert, und als erstes Objekt müßte natürlich die überall in großen Mengen vorhandene *Euglena viridis* dienen,

An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. DOFLEIN meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die gütige Überlassung des Themas und das rege Interesse, das er meiner Arbeit immer entgegenbrachte.

Zu besonderem Danke bin ich ferner Herrn Prof. Dr. SCHLEIP und Herrn Prof. Dr. KÜHN verpflichtet für die zahlreichen wertvollen Ratschläge, durch die meine Arbeit wesentlich gefördert wurde.

II. Material und Methoden.

Meine Euglenen stammen aus einem Straßengraben von Hochdorf (ein Dorf in N. W. von Freiburg i. Br.). Im Februar und Anfang März 1913 (während kaltes und stark veränderliches Wetter herrschte), war es nicht möglich, hinreichende Mengen von Euglenen zu finden. Ende März trat überall in den Tümpeln der Freiburg benachbarten Dörfer reichlich der bekannte grüne Belag von Euglenen auf.

Die schönsten Euglenen habe ich in Hochdorf gefunden. Durch das ganze Dorf zog sich an beiden Seiten der Straße ein grünes Euglenenband hin. Die Farbe des Belages variierte zwischen ganz

hellem „Algengrün“ und dunkelgrün. Hell sind die sich rasch vermehrenden Tiere, dunkel diejenigen, die bereits in Dauerzustand übergegangen sind.

Aus dem halbausgetrockneten Graben wurden Schlammproben mit ihrem Euglenenüberzug mit Hilfe eines Spatels gesammelt, in Glastuben hineingetan und so nach Hause gebracht.

Dann wurde der Schlamm in große Glasgefäße ausgeschüttet und reichlich mit Leitungswasser verdünnt. Dies geschah gewöhnlich nachmittags, und schon am nächsten Morgen konnte man einen grünen Halbring von Euglenen an der Lichtseite des Gefäßes beobachten. Die Tiere befanden sich zum größten Teil an der Oberfläche des Wassers, während ihre Zahl nach der Tiefe zu allmählich abnahm, so, daß die Kultur das Aussehen eines an der Spitze abgeschnittenen grünen Kegels hatte. Ein Teil der Tiere kroch sogar ein paar Millimeter aus dem Wasser heraus.

Am Tage bewegten sich die Euglenen lebhaft, gegen Abend aber kugelten sie sich ab und fingen an, sich lebhaft zu vermehren.

Die Vermehrung war in den ersten Tagen immer am reichlichsten, dann nahm die Zahl der Teilungen gewöhnlich ab, und bald traten Dauercysten auf.

Meine Aufgabe war, die vegetative Kernteilung der Euglenen rein morphologisch zu studieren, wofür ich möglichst viele sich teilende Tiere im Präparat haben mußte. Die exakteste Methode, das Leben der Protozoen zu studieren, ist die, Reinkulturen anzulegen, die von einem einzigen Individuum ausgehen. Bei *Euglena viridis* schien das besonders deshalb notwendig, weil so viele Varietäten bekannt sind.

Jedoch sind Euglenen sehr empfindlich (vgl. KEUTEN [1895], S. 218) und lassen sich nicht so leicht in großen Mengen rein kultivieren. Für biologische Zwecke hat ZUMSTEIN (1900) sehr gut Euglenen in reinen Kulturen zu züchten vermocht. Die Versuche, *Euglena viridis* in verschiedenen Medien nach ZUMSTEIN zu kultivieren, haben bei mir keinen großen Erfolg gehabt. *Euglena viridis* verträgt im Gegensatz zu *Euglena gracilis*, die ZUMSTEIN verwandte, keine Säure, während *Euglena quartana* sogar 10—15 Tage in Pikrinessigsäure 1 : 5 lebt (MOROFF 1904). Wenn aus einem und demselben Gefäß viele Kulturen gleichzeitig angesetzt werden, einige in zitronensäurehaltigem Medium, andere in einem Medium von sonst gleicher Zusammenstellung ohne Zitronensäure, so kann man schon nach wenigen Stunden einen erheblichen Unterschied bemerken.

In säurefreier Flüssigkeit schwimmen die Tiere normalerweise rasch umher und zeigen keine abnormen Lebenserscheinungen, dagegen in säurehaltiger Flüssigkeit kugeln sie sich bald ab und bleiben unbeweglich. Später wird dann das Chlorophyll allmählich braun, die Kultur stirbt ab, dagegen vermehren sich die Pilze, die die Kultur verunreinigen, erheblich (vgl. auch PRINGSHEIM, 1913).

Einen großen Unterschied im Gedeihen der Euglenen in verschiedenen Medien ohne Zitronensäure (ausprobiert wurden: Zumstein I, Zumstein II, Knop und 2 Proz. Erbsenwasser) konnte ich nicht feststellen, doch scheint es, daß Erbsenwasser am günstigsten ist.

Nach DANGEARD (1901, S. 124) ist die Vermehrung der Euglenen von Veränderungen im Kulturmedium abhängig. Ähnliches habe ich selbst an meinen Euglenen beobachtet. Wurde nämlich die Kulturflüssigkeit durch die Stoffwechselprodukte reichlich auftretender Bakterien verändert, so ließ sich beobachten, daß die Euglenen ihre raschen Teilungen einstellten und hierdurch für meine Zwecke unbrauchbar wurden. Ich habe dann andere Methoden angewandt, die mir erlaubten, auf eine künstliche Reinkultur zu verzichten.

Die Bestimmung der vorhandenen *Euglena*-Arten geschah am zweckmäßigsten auf festem Nährboden. In Petrischalen mit Amöbenagar wurden ein paar Tropfen Flüssigkeit mit vielen Euglenen gebracht. Durch vorsichtiges Schütteln und Neigen ließ sich die Flüssigkeit in ganz dünner Schicht auf der Agaroberfläche ausbreiten. Nach ein paar Tagen war diese Schicht so trocken und zähe, daß die Euglenen sich nicht mehr vorwärts bewegen konnten. Daß sie trotzdem in normalem Zustande waren, zeigten langsame metabolische Kontraktionen. Es genügte dann, auf die Oberfläche des Agars ein Deckgläschen zu werfen, um schön ausgebreitete, unbewegliche Flagellaten mit starker Vergrößerung untersuchen zu können. Mehrmalige Untersuchungen von Euglenenschlamm ergaben, daß ich annähernd reine Kulturen von *Euglena viridis* vor mir hatte. Deswegen habe ich auf Reinzüchtung der Euglenen ganz verzichtet.

Die am Nachmittag angesetzten Euglenen sammelte ich am nächsten Abend in Zentrifugierröhrchen, fixierte, zentrifugierte vorsichtig und erlangte so ohne Schwierigkeit eine Unmenge von sich teilenden Individuen. Zentrifugieren hat den Vorteil vor der Fixation der „Euglenenhäutchen“ (KEUTEN), daß die Tiere im Präparate ganz gleichmäßig verteilt werden.

Fixiert wurde in verschiedenen Abendstunden; als günstigste Zeit erwies sich im März die Zeit um 11 Uhr nachts. Als Fixierungsmittel kann ich Sublimatalkohol nach SCHAUDINN aufs wärmste empfehlen.

KEUTEN findet, das gesättigtes Sublimat bei 5—15 Minuten Einwirkung unscharfe Bilder ergibt, daß die Chromosomen quellen. Ich habe 24—48 Stunden fixiert und die Bilder lassen an Klarheit nichts zu wünschen übrig. Eine lange Einwirkung des Fixierungsmittels habe ich ausprobiert, als ich Giemsapräparate machte. Die Resultate waren so gut, daß ich dieselbe Fixierungsmethode auch für andere Färbungen angewandt habe. Jodiert wurde immer, wie bei Giemsa-Färbung vorgeschrieben ist, d. h. erst an Schnitten. In Alkohol und Äther müssen die Tiere ziemlich lange bleiben, damit das Chlorophyll entfernt wird.

Dann wurde das Material in Celloidin-Paraffin eingebettet und in 10 μ dicke Schnitte zerlegt. Solche Schnitte sind sehr lehrreich, weil der Kern meist nur leicht angeschnitten wird und man bei der besprochenen Vorbehandlung keine Schwierigkeiten mit den Zelleinschlüssen hat.

Totalpräparate sind für exakte Studien wenig geeignet.

Was die Färbung anbetrifft, so wurden verschiedene Methoden angewandt. Hämatoxylin nach DELAFIELD, Hämatein nach APATHY IA und Hämalan geben die schönsten und schärfsten Bilder. Gegenfärbung wirkt oft störend. Eisenhämatoxylin gibt auch sehr schöne Resultate, nur verdunkeln manchmal starkgefärbte Zellenschlüsse das Bild. Giemsa-Färbung gibt sehr schöne Kernbilder, aber selbst bei der peinlichsten Sauberkeit und Genauigkeit schlägt bei den Euglenen die Farbe oft um. Es mag dies mit der langen Vorbehandlung mit Alkohol und Äther zusammenhängen, die ja nach den allgemeinen Vorschriften (vgl. GIEMSA 1911) für reinen scharfen Ausfall der Romanowskyfärbung nicht günstig ist. Boraxkarmin und Pikrokarmin sind weniger geeignet.

Von Plasmafärbungen wurden Eosin, Orange G, Kongorot, Bleu de Lyon, Bordeauxrot und Lichtgrün angewandt. Diese Färbungsmittel sind alle gleich gut, nur muß ich bemerken, daß Eosin sehr schön die Chloroplasten, Bleu de Lyon die Paramylonkörner färbt. Die OBST'sche Nucleolenfärbung hat keine positiven Resultate ergeben.

III. Kernteilung.

a) Ruhekern.

Die Frage, wie der Ruhekern bei Euglenen gebaut ist, wurde bis jetzt ganz verschieden beantwortet.

KLEBS (1883), BÜTSCHLI (1889), KEUTEN (1895), DANGEARD (1901) u. a. haben Euglenenkerne untersucht, und alle kamen zu verschiedenen Resultaten. Ehe ich zu meinen eigenen Beobachtungen übergehe, möchte ich zuerst die Meinungen der obenerwähnten Forscher zusammenfassen.

KLEBS (1883) studiert besonders eingehend den Kern von *Euglena ehrenbergii*. „Bei *Euglena ehrenbergii* bildet die Hauptmasse des sehr großen Kerns das Kerngerüst. Sowohl im Leben, wie nach Einwirkung von Reagentien erscheint es zusammengesetzt aus gleichmäßig dicken, dicht miteinander verflochtenen Fäden; doch mußte es zweifelhaft bleiben, ob nur ineinander verschlungene Windungen einiger Fäden, resp. eines einzigen vorhanden sind, oder ob dieselben wie Balken eines Gerüsts zusammenhängen. Bei *Euglena ehrenbergii* ist der Kern von einer dünnen Membran umgeben, die durch Reagentien, wie verdünnte Salzsäure, Jodlösung usw. sich bisweilen sehr deutlich von dem Gerüst abhebt und als eine zarte, homogene Haut erscheint. Ein Nucleolus ist bei dieser Art nicht vorhanden“, während DANGEARD (1901) und HAMBURGER (1911) einen Nucleolus beschreiben. Bei anderen Arten beschreibt KLEBS einen bis mehrere (*Euglena sanguinea*) Binnenkörper von verschiedener Größe. Nach BÜTSCHLI, der über den Kern der Euglenen im allgemeinen berichtet, ist dieser folgendermaßen gebaut. „Der Charakter dieser Kerne, welche gewöhnlich eine mehr ovale Gestalt besitzen, besteht zunächst darin, daß der Nucleolus im Verhältnis zu dem gesamten Kernvolum relativ viel kleiner ist, ferner namentlich darin, daß zwischen ihm und der Kernhülle, nach Anwendung von Gerinnungsmitteln, seltener etwas grobkörnige, meist sehr fein granuliert und gut tingierbare Substanz auftritt. Auch im frischen Zustand zeigen diese Kerne häufig schon ziemlich deutliche Spuren dieser Substanz“. „Nach Behandlung mit Reagentien sieht man auch bei diesen Kernen um den Nucleolus gewöhnlich noch eine lichte Zone, worauf erst die granuliert Gerüstsubstanz beginnt, deren Grenze gegen diese Zone häufig etwas dichter und dunkler erscheint. Der Nucleolus erscheint zwar auch hier gewöhnlich ganz homogen, zuweilen tritt jedoch in ihm auch ein heller

vacuolenartiger Fleck auf.“ „... schließlich kommen noch bei manchen Formen Kerne vor, welchen ein Nucleolus ganz fehlt, und deren Substanz durchaus von der geschilderten granulierten, resp. netzigen Masse gebildet wird.“

Euglena viridis ist von KEUTEN (1895) untersucht worden: „In der Mitte des Kernes liegt ein Körper von fast gleicher Gestalt wie der Kern, dem man bisher die Bezeichnung Nucleolus beigelegt hat.“ KEUTEN nennt ihn nun „Nucleolo-Centrosoma“, weil: „er in der Kernteilung der *Euglena* eine Rolle, die ihm die Bedeutung eines aktiven Teilungsorganes gibt, spielt.“ „Die chromatische Substanz ist sehr reich im Kern vertreten. Das Chromatin ist aber nicht, wie man es gewöhnlich im ruhenden Kern findet, in Gestalt von Körnchen unregelmäßig im Kernraum zerstreut, sondern es stellt von vorn herein stäbchenförmige Gebilde dar, welche, leicht gebogen, radial zu dem zentral gelegenen Nucleolo-Centrosom gerichtet sind. Die Chromosomen sind überaus zahlreich, dabei so dicht aneinander gelagert, daß ich bei der Kleinheit des Objektes nicht imstande bin, auch nur annähernd ihre Zahl anzugeben.“ „Schwer ist es sowohl am unveränderten Kern als auch in den ersten Stadien der Teilung, eine Kernmembran nachzuweisen. Ohne Zweifel ist aber eine solche vorhanden ...“ „In späteren Stadien, in denen die Chromosomen eine Umlagerung erfahren haben, tritt die Kernmembran dagegen ganz klar zutage.“

DANGEARD (1901) studiert den Kern mehrerer *Euglena*-Arten, und endlich findet er an der Hand von zwei zerdrückten Kernen, deren Teilstücke durch dünne Chromatinfädchen verbunden waren, folgendes: „La masse nucléaire n'est autre chose qu'un peloton formé par l'enroulement en divers sens d'un simple cordon; il nous fut facile ensuite de voir que l'apparence granuleuse ou fibrillaire est uniquement due à la façon dont sont entremêlés les replis du spirème, ou chromospires comme nous les appellerons. Nous n'hésitons pas à dire que ce cordon existe même avec la structure du noyau dite homogène“ ... „Certains noyaux qui paraissent homogènes même pendant la division, sont en réalité constitués comme les autres“ ... „nous retrouvons cet aspect dans beaucoup de noyaux principalement ceux, qui sont à l'état condensé entre deux divisions éloignées; elle est alors associée dans les mêmes espèces à la structure pseudogranuleuse; celle-ci apparaît au moment des divisions, alors que le volume du noyau augmente; elle persiste même dans l'intervalle des divisions, lors que celles-ci sont fréquentes.“ „Le nucléole ... est entouré au contact par le nucléoplasme ou

en est séparé par un intervalle plus au moins large; sa grosseur varie dans d'assez fortes proportions; la substance qui le constitue est homogène et très chromatophile.“

Ich muß noch hinzufügen, daß in neuester Zeit STEUER (1904) bei *Eutreptia* und HAMBURGER bei *Euglena ehrenbergii* und *Euglena granulata* wabige Struktur des Kernes mit Chromatinkörnchen in den Knotenpunkten der Waben abbilden.

Der Umstand, daß am Kern im lebenden Tier nichts zu erkennen ist, erschwert die Untersuchung und schließt die Kontrolle aus.

In gefärbten Präparaten habe ich den Kern von *Euglena viridis* in recht verschiedener Ausbildung gesehen. Das hängt wohl damit zusammen, daß *Euglena viridis* ihren Kern im freibeweglichen Zustand zur Teilung vorbereiten kann. Das ist um so verständlicher, als unter gewissen Umständen das Tier sich in freibeweglichem Zustande zu vermehren imstande ist. Dies wird nach KHAWKINE (1886, S. 348) bei *Euglena viridis* durch die chemische, nach ZUMSTEIN (1900, S. 169) bei *Euglena gracilis* durch die physikalische Beschaffenheit des Kulturmediums bewirkt.

Die Präparate, in denen zwischen abgekugelten Individuen viele ausgestreckte vorhanden sind, bieten günstiges Material zum Vergleich. Die ausgestreckten Tiere gelangen in der Vorbereitung zur Teilung gewöhnlich bis zum Spiremstadium und sogar weiter. Spiremstadien sieht man manchmal häufig, wobei die Spiremfäden meist etwas dicker sind, als das in Fig. 6 Taf. 11 dargestellt ist. Aus diesem Befund erkläre ich mir die verschiedenen Ergebnisse der Euglenenforscher. Besonders für *Euglena ehrenbergii* ist das auffallend (KLEBS und HAMBURGER). DANGEARD selbst findet bei vielen Euglenen nicht immer gleiche Struktur des Kernes. Besonders ausführlich behandelt er diese Frage für *Euglena sanguinea* (S. 162), welche nach seinen Beobachtungen bald einen homogenen, bald grobkörnigen, bald aus „Chromospiren“ bestehenden Bau aufweist. Es ist auch schwer, sich das Haplo- oder Chromospirocaryon (ALEXIEFF, 1912) vorzustellen bei Euglenen mit homogener Struktur des Kernes. Diese besitzen nach DANGEARD (Totalpräparate!) *Euglena sanguinea* (S. 162), *Euglena splendens* (S. 166), *Euglena polymorpha* (S. 79), *Euglena gracilis* (S. 188), *Euglena deses* (S. 191), *Euglena oxyuris* (S. 196), *Euglena spirogyra* (S. 198).

Meine eigenen Untersuchungen über *Euglena viridis* zeigten mir im Ruhekern (Taf. 11 Fig. 1, 2) ausgestreckter oder abgekugelter Individuen rings um den Binnenkörper chromatische Sub-

stanz in Form von feinsten Bröckchen und Fädchen. Manchmal tritt mehr bröckliche Beschaffenheit des Chromatins, manchmal feinfädige zutage. Manchmal scheinen die Chromatinkörner auf einem Netzwerk aufgereiht zu sein. Von der achromatischen Substanz des Außenkernes zeigten die von mir angewandten Methoden nichts Genaueres. Herr Prof. DOFLEIN teilte mir jedoch mit, daß in seinen Präparaten von *Euglena sanguinea* dieser Bestandteil des Kernes in Form von sehr feinem Gerinnsel, das zwischen chromatischen Bestandteilen zerstreut ist, zu sehen ist. Ein geschlossenes Wabenwerk konnte ich nicht feststellen, wenn auch das Vorhandensein eines solchen zu vermuten ist. Richtige Chromatinfäden treten erst in Individuen auf, deren Kernbilder schon zu Teilungsstrukturen hinüberführen. Die chromatischen Massen sind ganz gleichmäßig im Kerne verteilt, und nur selten erscheint dieser von einer dünnen Hülle umgeben. Eine echte doppelkonturierte Membran ist indessen anscheinend nicht vorhanden, sie wird nur manchmal durch ein Kunstprodukt vorgetäuscht. Während des ganzen Prozesses der Kernteilung wird sie regelmäßig vermißt.

Nur die Umrißlinie des Kernes tritt scharf hervor, als Grenze, in der Kernflüssigkeit und Protoplasma zusammenstoßen. Selten trifft man im Ruhekern ein oder mehrere Körnchen, da sie aber regelmäßig erst in der Prophase auftreten, so werde ich darüber weiter unten berichten. Der Binnenkörper ist kugelig oder etwas unregelmäßig gestaltet und enthält eine oder seltener mehrere Vacuolen. Seine fernere Struktur erinnert sehr an diejenige der Macronuclei der Infusorien d. h. weist kleine Körnchen auf, die dicht zusammengelagert eine kompakte Masse bilden.

b) Prophase.

Wie gesagt, das Studium der verschiedenen Phasen der Kernteilung konnte nur auf gefärbten Schnittpräparaten stattfinden. Die Seriierung der Stadien mußte ich auf den Tatsachen, die vom Studium anderer Protozoen erlangt sind, begründen, da lebendige Tiere keine Anhaltspunkte dazu gaben.

Die Vorbereitung zur Kernteilung bei *Euglena viridis* beginnt damit, daß die chromatische Substanz bedeutend zunimmt (Taf. 11 Fig. 2) und sich daher die ganzen Kerne im Präparate dunkler färben. Im Caryoplasma treten einige stark färbbare Körnchen auf. Sie erscheinen vereinzelt und liegen meist peripher.

In dem ganzen Kernraum fügen sich die färbbaren Körnchen, die den Ruhekern bilden, zu Reihen und Zügen zusammen (Fig. 3),

und bald kann man in einigen Kernpartien deutlich Chromatin-Fäden mit verwaschenen Konturen erkennen (Fig. 3, 4). Ob die Enden der Fäden miteinander zusammenhängen, d. h., ob wir nun einen einzigen sehr langen Kernfaden oder mehrere Fäden vor uns haben, läßt sich nicht sicher entscheiden.

Die Zahl der dunklen Randkörnchen nimmt in diesen Stadien noch zu (Fig. 3, 4). Sie liegen ganz außen am Kernumfang und scheinen kleine Vorstülpungen der Kernoberfläche gegen das Plasma hin zu bilden, was aber wahrscheinlich auf Schrumpfung bei der Konservierung zurückzuführen ist. Die Fäden werden allmählich glatter und dichter; zwischen ihnen treten farblose Lücken hervor, so daß der Kern wieder durchsichtiger erscheint (Fig. 4, 5).

Die Randkörnchen nehmen auf diesem Stadium bei einigen Tieren noch zu, bei anderen wird ihre Zahl jetzt allmählich vermindert. Später verschwinden sie stets vollständig.

Über die Natur und Bedeutung dieser Körnchen kann ich nichts Endgültiges aussagen. Ich muß nur betonen, daß sie während der Zeit erscheinen, wo auch sonst starke Umgestaltungen an der chromatischen Substanz vor sich gehen und diese an Masse zuzunehmen scheint. Diese Kügelchen sind sicher anderer Natur als der Binnenkörper, weil bei Boraxcarmin-Lichtgrün-Färbung die Körnchen rot, der Binnenkörper grün erscheinen. Bei Giemsa-Färbung färben sich die Körnchen wie das Chromatin des Kernes rot, ob sie aber mit dem Chromatin identisch sind, läßt sich danach nicht entscheiden. Ich wollte nur betonen, daß ich keine färberischen Unterschiede zwischen dem Chromatin des Kernes und diesen Gebilden nachweisen konnte. KEUTEN hat im Protoplasma Körnchen wahrgenommen. „Nach Färbung mit Kerntinktionsmitteln fallen im Protoplasma Körnchen auf, die in der Einzahl oder, wie es meist der Fall ist, zu zweien vorhanden sind und sich besonders durch einen hellen Hof auszeichnen.“ Ich habe sehr viele Kerne, in denen die Körnchen im Rückgang begriffen waren, genau studiert, jedoch konnte ich nie den Austritt dieser Gebilde aus dem Kern beobachten. Sie lösen sich offenbar auf, um dann in umgewandelter Form ans Plasma abgegeben zu werden oder mit zum Aufbau der Chromatinfäden zu dienen.

Im Plasma habe ich oft viele Kügelchen gesehen, die sich stark mit Hämatoxylin blau, mit Giemsa rot färbten. Sie sind dann aber in allen Individuen des Präparates vorhanden, ohne auf obenbeschriebene Stadien beschränkt zu sein. Sie verdanken vielleicht der 48-stündigen Fixierung mit Sublimat und der sich anschließenden Behandlung ihre Entstehung, da sie in Präparaten, welche lange

der Wirkung des Fixationsgemisches ausgesetzt waren, in größerer Zahl vorhanden sind, als in solchen, die nur kurze Zeit mit dem Sublimatalkohol behandelt waren.

Der Kern der *Euglena viridis* enthält jetzt deutlich gefärbte Fäden mit hellen Zwischenräumen zwischen den Windungen, befindet sich also in einem Stadium, das wir bereits als ausgebildetes Spiremstadium bezeichnen können. Dieses Stadium hat offenbar DANGEARD auf Grund seiner Beobachtungen an einigen zerquetschten Kernen zu seiner Annahme über die Struktur der Euglenenkerne Anlaß gegeben. Die Fäden sind stark gewunden, ihre Biegungen oft sehr scharf, jedoch treten niemals Spaltung oder Verdickungen im Faden und in den Fadenknickungen auf. Nie habe ich eine Längsspaltung an den Fäden sehen können. Blasenartige Auftreibungen der Fäden, die PROWAZEK (1913) beobachtet hatte, scheinen mir das Resultat von ungenügender Fixierung zu sein.

Die Windungen sind ganz ungleichmäßig, ihr Verlauf steht in keiner gesetzmäßigen Beziehung zu dem Binnenkörper; so beobachtete ich z. B., daß einige Windungen nicht radiär, sondern in ausgesprochen tangentialer Richtung zum Binnenkörper verliefen. Selbst die genaueste Untersuchung, ob der Kern einen oder mehrere langen Fäden bildet, hat kein endgültiges Resultat erbracht. Sichere freie Enden von Fäden konnte ich nicht finden, aber bei der Kleinheit des Objektes und der dichten Lagerung der Fädenwindungen ist es auch nicht ausgeschlossen, daß mehrere Fäden, deren Enden nahe aneinander liegen, als ein einziger langer Faden erscheinen.

An der Hand der Zeichnungen Taf. 11, 6a und 6b, welche beide einem Objekt entnommen sind, kann man sich ein körperliches Bild kombinieren. Fig. 6a stellt einen mittleren optischen Schnitt bei einer bestimmten Einstellung der Mikrometerschraube dar, 6b die Oberfläche. Eine völlig naturgetreue Wiedergabe des ganzen Euglenenkerns ist eine sehr schwierige Aufgabe. Die Windungen der Fäden, sowie später die ungemein zahlreichen Chromosomen sind auf einen engen Raum zusammengedrängt. Ich mußte mich deshalb damit begnügen, nur bei bestimmten Einstellungen Teile des äußerst dichten Fadengewirres wiederzugeben; deswegen sind in einigen Bildern nur die Fäden gezeichnet worden, die bei einer bestimmten Einstellung des Mikroskops sichtbar waren, während in anderen mehrere Einstellungen kombiniert wurden. Die Ausbildung der Chromosomen aus dem Spiremstadium geht in der Weise vor sich, daß entweder die einzelnen Fäden sich verkürzen und dabei etwas verdicken, oder daß die Fäden in einzelne kleinere Stücke zerfallen. Jedenfalls lassen

sich in Fig. 7 mit Sicherheit freie Fadenenden nachweisen. Wenn wir Fig. 2 in der Arbeit von KEUTEN, wo ein Ruhekern von einer abgekugelten *Euglena* abgebildet ist, mit unseren bisher besprochenen Stadien vergleichen, so bemerken wir einen auffallenden Unterschied der Bilder, was die nächste Umgebung des Binnenkörpers anbetrifft. Bei KEUTEN ist der Binnenkörper von einem sehr deutlichen hellen Hofe umgeben, in meinen Präparaten wird der Binnenkörper dicht von dem Chromatin des Ruhekerns umgeben. Dieser Unterschied ist leicht zu erklären und zwar nicht durch die Annahme eines technischen Fehlers von KEUTEN, sondern als Verschiedenheit der beschriebenen Stadien. In der Tat stellt KEUTEN's Zeichnung ein Stadium der Ausbildung der Chromosomen aus dem Spirem dar. Unsere Fig. 7 und 8 läßt diesen Vorgang gut erkennen.

Die Chromosomen sind in diesem Stadium dichter als die Fäden in Fig. 6. Sie werden stärker von den Farbstoffen tingiert, sind kurz und verhältnismäßig dick. In einigen Präparaten (Fig. 9) kann man beobachten, daß einzelne Chromosomen aus aneinander gereihten Körnchen (Microsomen) bestehen. DANGEARD (S. 131) sagt: „Dans la division du noyau chez les Eugléniens nous avons reconnu l'existence d'un cordon nucléaire ou spirème dont les replis se présentent sous forme de granulations, de bâtonnets ou de filaments enchevêtrés; nous désignerons ces replis sous le nom de chromospires. KEUTEN les a considérées à tort comme des chromosomes; il n'existe de chromosomes véritables qu'après la rupture de deux moitiés de spirème vers la fin de la division nucléaire.“

Wie wir gesehen haben ist die Behauptung, daß das Spirem ein dauerndes Charakteristikum für Euglenenkerne sein soll, nicht den Befunden entsprechend. Das Spirem persistiert bei Euglenen während der Teilung nicht, sondern stellt eine Phase der Teilung dar, wie das bei Metazoen- und Metaphytenzellen üblich ist.

Allerdings hat in neuester Zeit MERRIMAN (1913) bei *Spirogyra crassa* einen ähnlichen Teilungsmodus des Chromatins beschrieben, wie ihn DANGEARD für *Euglenen* schildert. Mit der Feststellung, daß die Chromosomenbildung bei den Euglenen nach dem Schema der Metazoenkerne sich vollzieht, können wir natürlich auch die DANGEARD'sche Bezeichnung „Chromospires“ nicht beibehalten. Was die Anordnung der Chromosomen in Fig. 7—8 anbetrifft, so können wir bemerken, daß sie sich immer mehr und mehr radiär zum Binnenkörper einstellen. Wohl nicht alle Chromosomen sind radiär angeordnet, besonders an der Peripherie nicht; aber, wie wir auch später

sehen werden, gibt es bei Euglenen keine strenge Abgrenzung der verschiedenen Stadien voneinander, und daher kann man oft in demselben Kerne Chromosomen sehen, die einem früheren und späteren Kernstadium angehören. Ein Vergleich der Abbildungen 7 bis 9 mit Abb. 2 von KEUTEN überzeugt uns, daß es sich hier um dieselben Stadien der Kernteilung handelt. Das Chromatin des Kernes ist in Form von Chromosomen ausgebildet, die radiär zum Binnenkörper angeordnet liegen. Dieser selbst ist durch einen hellen Hof von ihnen getrennt. Ich möchte noch auf die Verschiedenheit in der Länge der Chromosomen aufmerksam machen. Es ist möglich, daß diese Erscheinung in einem bestimmten Verhältnis zur Variation der Chromosomenzahl, die von DANGEARD angegeben wurde, bei Euglenen steht. Die langen Chromosomen können vielleicht „Sammelchromosomen“ darstellen. Bis jetzt verhielt sich der Binnenkörper in allen Umgestaltungen, die sich im Kern vollzogen, vollkommen untätig. Seine Größe, Form, Färbbarkeit sind, abgesehen von individuellen Variationen, immer dieselben geblieben. Der Binnenkörper ist, wie auch im Ruhekern, häufig von unregelmäßiger Gestalt und liegt im Zentrum des Kernes. Er enthält manchmal eine, manchmal jedoch mehrere kleine und große Vacuolen.

KEUTEN läßt den Binnenkörper („Nucleolo-Centrosoma“) eine besondere aktive Rolle bei der Teilung spielen, andererseits glauben HARTMANN und CHAGAS (1910) bei *Peranema* ein Centriol im Binnenkörper nachgewiesen zu haben. Diese Umstände veranlaßten mich, die Veränderungen, die sich im Binnenkörper vollziehen, besonders vorsichtig und kritisch zu betrachten.

Trotzdem sich bis jetzt im Kerne so viele wichtige Vorgänge abgespielt hatten, konnte ich am Binnenkörper nichts Wesentliches bemerken. Erst nachdem die Chromosomen ihre Ausbildung vollendet und sich radiär zum Binnenkörper angeordnet haben, tritt auch dieser in Tätigkeit ein: er streckt sich in die Länge. Es ist schwer zu sagen, ob eine Massenveränderung bei der Streckung des Binnenkörpers vor sich geht, weil sowohl die Größe der Tiere als auch die relative Größe des Binnenkörpers stark variiert.

Die Färbbarkeit bleibt dieselbe; im Innern des Binnenkörpers finden sich manchmal auch nun noch eine oder mehrere Vacuolen. Anfangs kann man die äußere Gestalt des Binnenkörpers als kurzes, gerades Stäbchen mit stumpf abgerundeten Enden bezeichnen (Fig. 10). Im weiteren Verlauf der Streckung wird der Binnenkörper zuweilen etwas gebogen. Diese Krümmung deutet vermutlich schon die Ebene der späteren Plasmateilung an, und zwar schneidet die

Teilungsebene den Binnenkörper in der Mitte seiner Krümmung quer. Deutlich zeigen dies die Vacuolen in Fig. 28 an, die bekanntlich immer am vorderen Ende des Tieres liegen.

Die Chromosomen gehen nun in eine Umlagerung ein (Fig. 10 ff.).

Es ist schwer, an einem solchen Objekt, mit so zahlreichen Chromosomen diesen Vorgang genau zu verfolgen. Es scheint aber, daß diejenigen Chromosomen, die senkrecht zur Längsachse des Binnenkörpers liegen, sich um 90° herumdrehen, daß dagegen diejenigen, die parallel zur Längsachse liegen, sich so an die Peripherie verschieben, daß der Kern annähernd einen Cylinder bildet, in welchem die Chromosomen parallel zur Längsachse des Binnenkörpers angeordnet sind.

Es wäre wichtig, die Umlagerung der Chromosomen in diesem Stadium genau kennen zu lernen, weil sie für die Deutung der Chromosomenteilung von besonderer Wichtigkeit sind. Ich konnte aber nie mit Sicherheit feststellen, daß die Chromosomen paarweise wandern. Manchmal kann man allerdings in diesen Stadien (Fig. 10) und schon früher (Fig. 7, 9) Chromosomenpaarlinge sehen. Diese sind aber weit voneinander gelagert, und die große Zahl der Chromosomen, die in verschiedenen Ebenen liegen, schließt eine genaue Antwort auf diese Frage aus. Das Stadium dauert scheinbar nur kurze Zeit, was sich aus dem relativ seltenen Vorkommen desselben in meinen Präparaten erschließen läßt.

Der Prozeß der Teilung schreitet in der Weise vor sich, daß der Binnenkörper sich noch mehr streckt, bis seine Enden am Ende des Chromosomenmantels das Plasma berühren (Fig. 11 und 12).

Die Angabe KEUTEN's, der in diesem Stadium im Binnenkörper keine Vacuolen fand, kann ich nicht bestätigen. Man findet oft Vacuolen in verschiedener Größe und Zahl.

Die Chromosomen scheinen sich in diesem Stadium zu verlängern (wie auch KEUTEN bemerkt); ihre Färbbarkeit steigt, und sie sehen wie dichte, glatte Stäbchen aus. Die Anordnung der Chromosomen bleibt annähernd, aber keineswegs streng, parallel zur Längsachse des Binnenkörpers.

Von der Art, in welcher die Chromosomen ihre parallele Anordnung zum Binnenkörper erlangen, kann man sich nach KEUTEN's Schilderung keine Vorstellung machen. Als ein Zwischenstadium zwischen dem nach KEUTEN normalen Kern bei abgekugelten Euglenen, in dem die Chromosomen radiär vom Binnenkörper ausstrahlen, und dem Kerne mit parallel zum Binnenkörper liegenden Chromosomen gibt er nur seine Fig. 3. Hier bilden in dem Kerne die

Chromosomen einen spitzen Winkel mit dem Binnenkörper, wobei sie alle diesen Winkel in einer Richtung bilden. Ein derartiges Stadium habe ich nicht beobachten können.

Späterhin schwellen die Enden des Binnenkörpers kolbenartig an; die Verdickung kann in verschiedener Weise vor sich gehen, wobei man zwei Typen zu unterscheiden hat. 1. Typus, den KEUTEN als Anfangstypus annimmt, ist die „Sanduhrform“. Der Binnenkörper hat an Masse etwas zugenommen, der Unterschied zwischen Mittelstück und Endabschnitten ist nicht erheblich (Fig. 12). 2. Typus ist die „Hantelform“; die Masse des Binnenkörpers ist relativ kleiner, die Enden knopfartig, kugelig verdickt, das Mittelstück ist dünn. Einen färberischen Gegensatz zwischen End- und Mittelstück konnte ich nicht feststellen. Bei der Färbung mit Hämatoxylin-Eosin z. B. erscheint das Mittelstück mehr rot, das Endstück mehr rotviolett; das ist wohl nur durch Dichtedifferenzen bedingt.

Der erste Typus geht beim weiteren Fortschreiten der Teilung allmählich in den zweiten über.

Die verdickten Enden des Binnenkörpers ragen in das Plasma hinein (Fig. 12, 13, 14).

c) Metaphase.

KEUTEN beschreibt die Metaphase bei der Kernteilung der *Euglena viridis* folgendermaßen; „In der folgenden Phase rücken die parallel zum Nucleo-Centrosom gelagerten Chromosomen von beiden Polenden her nach dem Äquator zu, so daß die Enden des Nucleo-Centrosoms nunmehr frei in die Kernhöhle hineinragen, während die Chromosomen als breite äquatoriale Zone das Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms umgeben. In dem weiteren Verlaufe der Kernteilung geht die kugelige oder in der Richtung des Nucleolo-Centrosoms etwas ausgezogene Form des Kernes in ein Rotationsellipsoid über, dessen kurze Achse vom Nucleolo-Centrosom gebildet wird. Analog dem Vorgange bei der gewöhnlichen mitotischen Teilung geht auf diesem Stadium auch bei *Euglena* eine Längsspaltung der Chromosomen vor sich.“

DANGEARD hat keine Metaphase beschrieben. Er nimmt nur an, daß das Spirem am Ende der Prophase aus seiner ellipsoiden Gestalt wieder in eine kugelige übergehen kann, während sich die Längsachse des Kernes bald wieder verlängert, und die Enden des Binnenkörpers vom Spirem umgeben werden. Die Chromospiren dagegen behalten die ganze Zeit über ihre parallele Lage bei. Beide Autoren

begegnen sich nur in der Annahme, daß der Binnenkörper an all den Umgestaltungen, die der Kern im Laufe der Metaphase aufweist, sich nicht beteiligt. KEUTEN findet auf diesem Stadium 3—5 Vacuolen, die im Nucleolo-Centrosom in den Endstücken auftreten. Da wir schon früher festgestellt hatten, daß Vacuolen in jedem Stadium der Kernteilung im Binnenkörper auftreten können, so ist für die Metaphase allein das Verhalten der Chromosomen maßgebend; der Binnenkörper zeigt nur die individuellen Variationen, die im vorigen Stadium beschrieben sind.

Die Chromosomen rücken, wie KEUTEN richtig sagt, „von beiden Polenden nach dem Äquator zu“ und bilden eine breite äquatoriale Zone um den Binnenkörper (Fig. 11 ff). Wir kommen damit zu den am schwersten verständlichen Bildern im ganzen Teilungsprozeß der *Euglena viridis*. Eine richtige Deutung derselben muß die Frage nach Chromosomentrennung und Chromosomenindividualität bei Euglenen lösen. *Euglena viridis* ist ein besonders schwieriges Objekt für solche Studien. Große Chromosomenzahl, Unmöglichkeit, diese Zahl auch nur mit Wahrscheinlichkeit festzustellen, möglicherweise Variieren der Zahl der Chromosomen und endlich, was vielleicht das Wichtigste ist, eine sehr starke zeitliche Verschiebbarkeit der Stadien für die einzelnen Chromosomen, alles das macht die Untersuchung und genaue Deutung sehr schwierig.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, daß in dem Abschnitt der Kernteilung, der uns nun beschäftigen soll, es zur Ausbildung von Doppelchromosomen kommt. In den früheren Stadien konnte man nie mit Sicherheit Doppelchromosomen im Kerne nachweisen, jetzt dagegen treten sie ganz klar zutage.

Es sei zunächst angeführt, wie die früheren Forscher die Vorgänge der Metaphase gedeutet haben.

KEUTEN hat in der Metaphase eine Chromosomenlängsspaltung beschrieben. Aber seine Zeichnung (Fig. 7) stellt nach Dicke und Länge der Chromosomen wahrscheinlich nicht die Metaphase, sondern eine Telophase oder ein spätes Anaphasestadium dar. Ich habe Oberflächenschnitte von Telophasen in meinen Präparaten gesehen, die sehr an KEUTEN's Zeichnung erinnern. KEUTEN hat keine Chromosomenspaltung in der Telophase beobachtet, und deshalb ist es verständlich, daß er, wenn er überhaupt Doppelchromosomen gesehen hat, dieses wenig klare Bild als Chromosomenspaltung in der Metaphase deuten mußte. Infolge dieses Fehlers in der Deutung behauptet KEUTEN denn auch: „Durch den Nachweis der Längsspaltung der Chromosomen ist auch die Trennung derselben in

Tochtersegmente als gesichert anzusehen.“ KEUTEN sagt weiter: „Das Stadium, welches in Fig. 8 wiedergegeben ist, läßt schon dadurch, daß die Chromosomen im Gegensatz zu ihrer bisherigen mehr regelmäßigen Anordnung jetzt mehr wirr durcheinander liegen, und manche sogar schleifenförmig gebogen sind, vermuten, daß es sich hier um Trennung und Umlagerung der Tochtersegmente handelt, zumal das Vorkommen einer Längsspaltung derselben sicher erwiesen ist. Außerdem ist bei genauerem Zusehen ein Unterschied im Dickendurchmesser verschiedener Chromosomen bemerkbar, von denen die dickeren wohl als Muttersegmente, die dünneren als Tochtersegmente aufzufassen sind.“

DANGEARD behauptet (S. 335): „Il s'agit bien d'une division transversale (von mir gesp.) des Parties du spirème qui continuaient à unir les deux moitiés; ces cordons se séparent en effet, comme le fera plus tard l'axe nucléolaire. Il est bien évident que cette division transversale entraîne la fragmentation du spirème; chaque segment devient un chromosome; mais il est impossible, de fixer leurs limites exactes, car s'ils ont leur bout libre du côté de l'équateur, on ne saurait dire d'une façon certaine s'il en est de même aux pôles.“

Ich gehe nun zur Schilderung meiner eigenen Befunde über.

Der Binnenkörper bleibt, wie gesagt, unverändert, die Form des Kernes ändert sich in Abhängigkeit von dem Zusammenrücken der Chromosomen zum Äquator und von der Bildung der äquatorialen Zone.

Die Beobachtung KEUTEN's über die charakteristische Lage des Binnenkörpers im ellipsoiden Kerne, dessen kurze Achse dieser zuerst bildet, während später „die bisher kürzere Achse des Ellipsoids zur Längsachse auswächst“, kann ich nicht bestätigen. Ich habe in der Metaphase Kerne mit längerer und kürzerer Längsachse beobachtet, aber zeitliche Unterschiede beider Stadien konnte ich nicht feststellen. Vielmehr handelt es sich hier um dieselben Stadien, die wegen der verschiedenen Form des Binnenkörpers und der verschiedenen dichten Chromosomenanordnung anders aussehen können. Die Chromosomen selbst drängen sich dicht in eine Äquatorialzone zusammen. Sie liegen nicht mehr parallel zum Binnenkörper, sondern sind ganz verschieden gelagert, einige liegen sogar fast senkrecht zur Binnenkörperachse (Taf. 11 Fig. 13, 14). Die Chromosomen sind verschieden lange und verschieden dicke Stäbchen, bald gerade, bald mehr oder weniger gebogen.

In Fig. 13, 14 kann man deutlich Doppelchromosomen beobachten.

Es gibt natürlich zwei Möglichkeiten zur Erklärung für die Entstehung der Doppelchromosomen.

1. Spaltung.

2. Paarung.

Die Frage wäre leicht zu beantworten, wenn sich die Zahl der Chromosomen vor und nach dem Auftreten der Doppelemente feststellen ließe und sich alle Chromosomen gleichartig verhielten. In der Tat ist das nicht der Fall. Die Chromosomenzahl ist uns völlig unbekannt, scheint sogar zu wechseln, und ich habe keinmal einen Kern beobachtet, wo auch nur die Hälfte der Chromosomen gleichzeitig deutliche Doppelemente darstellte. In einigen Fällen (Fig. 14) sieht man sogar bei einer sehr dichten Äquatorialzone fast gar keine Doppelchromosomen. Andererseits zeigt Fig. 13, daß Paarlinge auftreten können, bevor eine dichte Äquatorialzone ausgebildet ist. Von vorn herein wird man ja geneigt sein, die Entstehung der Doppelstäbchen durch Längsspaltung auf dem Stadium der Metaphase anzunehmen, wie das auch KEUTEN getan hat. Indessen finden sich gar keine Bilder, die das Auftreten eines Spaltes und das allmähliche Auseinanderrücken der Spalthälften zeigten. Nicht eine feine Spalte ist das erste, was auf eine Doppelnatur der Elemente in der Äquatorialzone hinweist, sondern, wenn die ersten Doppelchromosomen neben einer großen Zahl einfacher, allein liegender Elemente auftreten, sind die beiden Stäbchen jedes Paares durch einen weiten Zwischenraum getrennt (Fig. 11, 13) nicht streng parallel, sondern verlaufen vielfach schief zueinander, oder sind locker umeinander gewunden. In späteren Stadien erscheinen sie dagegen viel dichter aneinander angeschmiegt (Fig. 15, 16). Außerdem haben die einfachen Stäbchen, die neben den Paaren vorhanden sind, nicht etwa doppelte Dicke, so daß man ihnen ansehen könnte, daß sie noch vor der Teilung stünden, sondern sind genau so dick, wie jeder der Paarlinge der Doppelchromosomen. Das alles spricht mehr dafür, daß die Doppelchromosomen durch aneinander parallele Lagerung von je zwei vorher getrennten Chromosomen entstehen. Immerhin könnte auch eine sehr rasche, nicht in allen Stäbchen gleichzeitig eintretende Längsspaltung zu den Bildern der Fig. 13 ff. führen.

So kann man die Frage, ob wir Chromosomenpaarung oder Spaltung annehmen müssen, nicht sicher durch direkte Beobachtung der Metaphasestadien lösen, sondern die Entscheidung läßt sich nur auf Grund einer Betrachtung des ganzen Teilungsprozesses unter Berücksichtigung der folgenden Stadien fällen.

Wie gesagt, geschieht die Bildung von Chromosomenpaaren nicht bei allen Chromosomen der Äquatorialplatte gleichzeitig. Ebenso geht auch die Trennung der Doppelchromosomen zu verschiedenen Zeiten vor sich. Fig. 18 veranschaulicht das: einige Chromosomen liegen noch paarweise zusammen, andere sind in Trennung begriffen, noch andere wandern einzeln zu den Polen.

Die Art, in welcher sich hier die Chromosomen trennen, wurde von KEUTEN nicht beschrieben und DANGEARD sprach von Querteilung der Spiremsegmente.

Die Art, wie sich die Chromosomen eines Paares bei Kernteilungen überhaupt voneinander trennen, kann verschiedenartig sein.

a) Die Chromosomen bleiben parallel, aber der Spalt zwischen ihnen vergrößert sich, wie das meist bei Metazoenzellen der Fall ist.

b) Die Chromosomen bleiben parallel, bekommen aber einen queren Spalt in der Mitte, und zwei verkürzte Chromosomenpaarlinge wandern zu den Polen (*Ceratium*, BORGERT 1910).

c) Die Chromosomen trennen sich nur an einem Ende, an dem anderen bleiben sie längere Zeit verbunden (Heterotypische Mitose und zwar mit terminaler Insertion der Spindelfasern nach SCHOCKAERT 1905).

d) Die Chromosomen können gerade oder schraubenartig aneinander vorbeigleiten.

Die Möglichkeit a müssen wir bei *Euglena viridis* ausschließen, weil die längs der Trennungsachse liegenden Chromosomen sich überhaupt nicht so teilen können.

Die Möglichkeit b kennen wir bei Protozoen. Besonders schön ist diese Art der Teilung bei *Ceratium* von BORGERT beobachtet worden. Ein Vergleich der Äquatorialzonen bei *Ceratium* und *Euglena* weist einen Unterschied in der Lage der Chromosomen auf. Während bei *Ceratium* die Chromosomen annähernd parallel liegen, stellen sie bei *Euglena viridis* ein buntes Gemisch von doppelten und einfachen Stäbchen dar. Außerdem müßten nach der Teilung die Tochterchromosomen um die Hälfte kürzer sein als die Mutterchromosomen, was bei *Euglena viridis* nie zu beobachten ist. Ferner wäre es nicht schwer, bei einer verhältnismäßig geringen Zahl der gleichzeitig auftretenden Doppelchromosomen die Tochtersegmente eines Teilungspaares zu erkennen. Dies war mir aber auch niemals möglich.

Hingegen habe ich öfters die unter c beschriebenen Bilder beobachtet (Fig. 17, 18). Das ist bei *Euglena viridis* die einzige Art der Chromosomentrennung, abgesehen von dem möglichen, aber nicht

sehr wahrscheinlichen Fall d (vergl. Fig. 13 mit schraubenartig gewundenen Chromosomenpaaren in der Mitte und ein ähnliches Paar in Fig. 18, nahe einem Pol).

Vor der Trennung stellen sich die Chromosomen gewöhnlich im Winkel zum Binnenkörper ein, aber nicht alle Chromosomen auf einmal, sondern nur einige. Aus diesem Grunde kann man wohl schließen, daß der Prozeß der Chromosomentrennung ziemlich lange dauert.

Nachdem die Chromosomen sich, wie beschrieben, eingestellt haben, beginnt ihre Trennung. Sie fängt an einem Pole des Chromosomenpaares an und schreitet in der Weise fort, daß die Chromosomen, entweder nur eins oder alle beide anfangen, einen Viertelkreis zu beschreiben, wobei ein Pol der Paarlinge als Zentrum dient, während die Chromatinelemente selbst die Radien des Kreises darstellen (Fig. 17, 18). Die noch aneinander haftenden Enden liegen bald dem Binnenkörper zugekehrt, bald, und dies ist das häufigere, peripher. Besonders schön sieht man den Prozeß der Chromosomentrennung in Fig. 18, wo er durch auffallend lange Chromosomen demonstriert wird.

Die Chromosomen krümmen sich gewöhnlich während des Trennungsvorganges; häufig geht diese einseitige Krümmung später in eine S-förmige über. Fig. 18 zeigt, daß manchmal die Paarlinge dabei γ -artig gewunden sein können.

Vergleichen wir die einzelnen Chromosomen in diesem Stadium mit denen des vorhergehenden, so werden wir keinen wesentlichen Unterschied finden. Wie auch früher schon sind die Chromosomen verschieden lang. Auch ihre Dicke variiert, aber ziemlich wenig.

Die spätere Metaphase stellt Fig. 21 dar. Die Chromosomen haben sich schon alle getrennt und wandern zu den Polen hin. Einige Chromosomen sind gebogen, andere haben sich schon aufgerichtet. Der Binnenkörper, der die ganze Zeit während der Metaphase unverändert bleibt, ragt jetzt, infolge der Chromosomenwanderung, nicht mehr über die Chromosomenhülle hinaus, seine freien Enden werden jetzt von Chromosomen umgeben. Bald strecken sich die Chromosomen mehr gerade und lagern sich parallel zum Binnenkörper; dieser fängt an sich zu verlängern (Fig. 22).

Die in Fig. 21 und 22 dargestellte Binnenkörperform ist nicht unbedingt für dieses Stadium typisch, sondern variiert, wie schon früher angeführt wurde.

d) Anaphase.

So wenig die Metaphase der Kernteilung bei *Euglena viridis* bekannt war, so zahlreiche Bilder haben wir dagegen von der Anaphase. KEUTEN sagt: „Das Nucleolo-Centrosom, speziell sein Mittelstück, beginnt jetzt stark in die Länge zu wachsen. Während dieses Längenwachstums nimmt das Mittelstück etwas an Dicke ab, behält aber im übrigen seine gleichmäßige Struktur bei; die Endstücke des Nucleolo-Centrosoms bleiben im wesentlichen unverändert, sie setzen sich nur noch etwas schärfer vom Mittelstück ab als bisher. Gleichzeitig mit der Streckung des Nucleolo-Centrosoms setzen sich auch die Chromosomen in Bewegung; sie verlassen ihre äquatoriale Lage und gehen auseinander, indem der eine Teil dem einen, der andere Teil dem entgegengesetzten Ende des Nucleolo-Centrosoms zustrebt“. „Die Schleifen der Chromosomen sind flacher als auf dem vorhergehenden Stadium“, „das Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms ... erscheint leicht gekrümmt.“

Die Beobachtungen von DANGEARD, der in der Teilung des Kernes bei Euglenen nur zwei Phasen: Prophase und Anaphase, unterscheidet, wurden schon teilweise früher geschildert, und uns bleibt nur übrig, sie zu ergänzen: „Pendant cette période, le contour du noyau, d'elliptique est devenu cylindrique; puis il présente un léger étranglement en son milieu.“ „... les chromosomes s'enchevêtrent de nouveau à chaque pôle; l'axe nucléolaire continue son mouvement, entraînant avec lui chaque moitié du peloton; son allongement est limité par la surface de la cellule-mère; il se rompt dans son milieu et la substance nucléolaire se condense dans chaque noyau-frère“ (S. 335, 336).

Ich traf die frühen Anaphasenstadien ungeheuer oft in meinen Präparaten, während die spätere Anaphase und Telophase bei weitem nicht so häufig sind. Auch müssen wir hier von vornherein bemerken, daß die Bilder, wie auch früher, recht verschieden aussehen können. Die Form der Chromosomen, die Lage des Kernes im Zelleib wechseln sehr erheblich. Auch das Aussehen des Binnenkörpers variiert, jedoch streckt er sich im allgemeinen in die Länge und freie, knopfartig aufgetriebene Enden ragen etwas aus den „Tochterplatten“ heraus und in das umgebende Plasma hinein (Taf. 12 Fig. 23 ff.). Der Binnenkörper kann sich entweder in gerader Richtung strecken (Fig. 23, 24), oder er liegt gekrümmt mit beiden Enden zum Vorderende des Tieres hin (Fig. 25, 28). Der Binnenkörper ist homogen oder mit einigen Vacuolen versehen. Eine Differenzierung konnte

ich nicht beobachten, außer, daß die Dicke von Mittel- und Endstücken verschieden war.

Die Chromosomen sind jetzt meist gerade gestreckt und wandern zu den Polen des Binnenkörpers. Sie liegen locker (Fig. 23) oder dicht (Fig. 24) nebeneinander.

Die äußeren Konturen der von den auseinander rückenden Chromosomen gebildeten Tochterkerne sind bei Kernen mit einem sich gerade streckenden Binnenkörper breit zylindrisch (Fig. 23, 26), bei solchen mit gebogenem Binnenkörper mehr birnenförmig (Fig. 25, 27, 28). Im weiteren Verlauf der Teilung ziehen sich die Chromosomen mehr und mehr zu den Polen hin und umhüllen die aufgetriebenen Enden des Binnenkörpers, dessen Mittelstück immer dünner wird und endlich zerreißt. Der abgerissene Verbindungsfaden wird in die Endstücke eingezogen, wie KEUTEN angegeben hat.

Die Tochterbinnenkörper nehmen jetzt an Masse zu, zeigen größere Vacuolen und unregelmäßige Gestalt (Fig. 27, 28).

Weiterhin umgeben die Chromosomen die Binnenkörper, und jetzt oder kurze Zeit vorher tritt an jedem Chromosom ein Längsspalt auf. Diese Spaltung der Chromosomen rechne ich bereits der Telophase zu.

e) Telophase.

Über die Telophase der Euglenenkernteilung ist so gut wie nichts bekannt.

KEUTEN schreibt nur: „Schnürt sich schließlich der Kern, der allem Anscheine nach während des ganzen Teilungsvorganges seine Membran behält, in der Mitte noch durch, so haben wir zwei Kerne mit je einem Nucleolo-Centrosom in einer *Euglena*.“ Und DANGEARD: „Nous ignorons comment a lieu dans ces noyaux l'union des chromosomes en un nouveau spirème; tout ce que nous pouvons dire, c'est que les chromospire sont placées de façon variable et que leur nombre est également très différent selon les noyaux.“

Schon in späten Anaphasen trifft man längsspaltene Chromosomen und hier läßt sich nun in allen Übergängen das Auftreten und die weitere Ausbildung der Spaltung verfolgen. Zuerst treten gespaltene Chromosomen ganz vereinzelt auf, und der Spalt ist so eng, daß man ein Chromosom im Anfang seiner Spaltung von einem ungespaltenen Chromosom kaum unterscheiden kann (Fig. 27).

Daran, daß wir hier eine Spaltung vor uns haben, nicht eine Zusammenlagerung, ist gar nicht zu zweifeln: zwischen den beiden Längshälften sind zahlreiche Verbindungsfäden vorhanden, so daß

jedes einzelne Chromosom etwas kammartig aussieht. Die Verbindungsfäden nehmen an Zahl allmählich ab, und wir haben doppelte Stäbchen vor uns, die dünner und oft kürzer sind, als die Chromosomen im vorhergehenden Stadium (Fig. 29). Manchmal sind bei vorgeschrittener Trennung die Spalthälften etwas umeinander gewunden, wie Fig. 30 zeigt. Die Zeit des Eintrittes der Spaltung ist nicht streng abgegrenzt. Bald sind die Chromosomen noch in einer frühen Telophase solid, bald sind sie schon in der Anaphase gespalten. Nach der Häufigkeit der Stadien müssen wir annehmen, daß normalerweise die Spaltung sofort oder bald nach der Durchschnürung des Binnenkörpers auftritt. In abnormen und sehr seltenen Fällen trifft man den Längsspalt in den Chromosomen schon in der Metaphase (Fig. 19, 21), so daß hier bei Beginn der Anaphase (Fig. 20) schon Doppelchromosomen (längsspaltene Chromosomen) auseinander wandern.

Was den Binnenkörper anbetrifft, so zieht er sich nach Zerreißung des Mittelstückes zusammen und nähert sich der Kugelform (Fig. 28 bis 30); seine Gestalt bleibt, abgesehen von etwas amöboiden Veränderungen, dieselbe bis zum Ende des Prozesses und er hat schon jetzt das Aussehen des Binnenkörpers, wie wir ihn bei Euglenen finden, die die Teilung bereits vollendet haben. Eine oder mehrere Vacuolen sind auch hier zu finden.

Die Chromosomen dagegen machen noch einen komplizierten Vorgang durch. Die oben beschriebenen glatten Stäbchen verlieren jetzt ihre glatte Oberfläche und zeigen zahlreiche Ausläufer und Einschnürungen. Dadurch bekommen sie ein büstenartiges Aussehen (Fig. 31). Wegen der großen Feinheit des Aufbaues lassen sich solche Chromosomen leider nicht ganz naturgetreu in Zeichnungen wiedergeben.

Nun beginnt allmählich eine Auflockerung der Chromosomen. Die Konturen der Fäden werden mehr und mehr verschwommen, sie selbst werden blasser und scheinen in einzelne Chromatinkörnchen zu zerbröckeln. Hier und da kann man noch die Doppelnatur der Chromosomen erkennen, aber sie wird bald undeutlicher; unmittelbar vor dem Verschwinden der Fadenstruktur rücken sie weiter voneinander ab und scheinen wie Einzelfäden nebeneinander zu verlaufen. Jetzt verschwindet auch der helle Hof um den Binnenkörper herum, der mehr oder weniger breit zu Beginn der Kernrekonstruktion, wie in der Prophase zu sehen ist (Fig. 30, 32). Durch diese Veränderungen gewinnt nun langsam der ganze Kern wieder das Aussehen seines Ruhestadiums. Daß der Prozeß auch unregelmäßig verlaufen kann, zeigt Fig. 35. Ein Teil des Kernes ist noch von

Doppelchromosomen erfüllt, der andere dagegen ist in dem geschilderten Umwandlungsprozeß zur Ruhestuktur des Chromatins schon weiter vorgeschritten.

Daß es sich in den letztgeschilderten Stadien um Endstadien der Teilung und nicht etwa um einfache Ruhekerne oder Vorbereitungsstadien zur Teilung handele, wird durch das Zusammenliegen der Tochtertiere bewiesen: solche Stadien habe ich stets zu meinen Zeichnungen benutzt.

Die Zellteilung von *Euglena viridis* ist so genau beschrieben, daß ich nichts hinzuzufügen brauche.

IV. Zusammenfassung und Theoretisches.

a) Das Verhalten der chromatischen Substanz.

Fassen wir kurz die Ergebnisse über die Kernteilung der *Euglena viridis* zusammen.

Aus dem Ruhekerne entsteht allmählich ein Spiremstadium. Dann bilden sich aus dem Spirem die einzelnen Chromosomen heraus, die zunächst radiär zum Binnenkörper gerichtet sind. Im weiteren Verlauf der Teilung streckt sich der Binnenkörper in die Länge und die Chromosomen nehmen nun eine annähernd parallele Lage zu ihm ein. Dann rücken sie gegen die Mitte des Binnenkörpers vor und bilden rund um ihn eine breite äquatoriale Zone (Äquatorialplatte). Die Chromosomen sind hierbei nicht mehr parallel, sondern unter einem Winkel gegen den Binnenkörper eingestellt. Während der Verdichtung des Chromosomenzylinders treten Doppelchromosomen auf, deren Längshälften sich nicht von den noch vorhandenen Einzelchromosomen in Dimensionen und Aussehen unterscheiden. In der Anaphase wandern die Hälften der Doppelchromosomen nach Art einer heterotypischen Mitose auseinander, wobei die einzelnen Chromosomen des Kernes diesen Prozeß nacheinander durchmachen. In den Tochterplatten bleiben die Chromosomen einige Zeit einheitlich, dann spalten sie sich der Länge nach.

Anfangs ist der Längsspalt sehr fein, später können die Hälften eines Chromosoms ziemlich weit voneinander liegen oder sogar sich spiralg umeinander drehen. Nun wird der Ruhekerne gebildet, wobei die Chromosomen lange deutlich als Doppelstäbchen, später aber als einzelne Fadenzüge zu sehen sind.

Bei der Betrachtung dieses Prozesses entstehen zwei Fragen von theoretischer Bedeutung:

1. Wie entstehen die Doppelchromosomen in der Metaphase?
2. Was wird aus den beiden Spalthälften der Chromosomen der Telophase während des Kernruhestadiums?

Was die Entstehung der Doppelchromosomen in der Metaphase anbetrifft, so bestehen zwei Möglichkeiten:

- a) Längsspaltung und
- b) Zusammenlagerung von zwei in den vorangehenden Stadien voneinander getrennten Chromosomen.

Das Schicksal der in der Telophase längsgespaltenen Chromosomen während des Kernruhestadiums kann von vornherein von zweierlei Art sein:

Entweder 1. können die Spalthälften sich wieder miteinander vereinigen, so nahe zusammenrücken, daß der Längsspalt, der sich während der Telophase (oder schon während der Anaphase) gebildet hat, nicht mehr zu sehen ist; bei der Heraufdifferenzierung in der nächsten Prophase erscheint dann das zuvor gespaltene Chromosom wieder als einfaches Element; oder 2. die Spalthälften bleiben auch während des Ruhestadiums getrennt und die beiden Hälften machen als gesonderte Individuen den Schritt vom Ruhekern bis zur Metaphase durch.

Je nachdem, wie sich diese Alternative 1 und 2 entscheidet, hat auch der Vorgang der Bildung der Doppelchromosomen in der Metaphase in den beiden dort als möglich angenommenen Fällen (a — Spaltung, b — Zusammenlagerung) eine verschiedene Bedeutung.

Wir erhalten rein theoretisch die folgenden Möglichkeiten:

1 a. Die im Ruhekern wieder vereinigten Spalthälften gehen in der Metaphase wieder auseinander und trennen sich definitiv.

1 b. Je zwei in der Telophase verdoppelte, im Ruhekern wieder einheitliche Elemente vereinigen sich in der Metaphase zu Paaren, die dann im Verhältnis zu dem Zustand in der Telophase vierwertig wären; in der Anaphase wanderten dann ganze Chromosomenindividuen auseinander.

2 a. Die bereits in der Telophase verdoppelten Elemente spalten sich nochmals.

2 b. Die im Ruhekern getrennten Spalthälften der in der Telophase verdoppelten Chromosomen treten nun vor dem Auseinanderücken wieder in eine engere Beziehung, um dann nach entgegengesetzten Kernpolen zu wandern.

Von diesen theoretischen Möglichkeiten fällt 1b sicher fort; es wäre mit diesem Vorgang eine fortschreitende Reduktion der Chromosomenzahl verbunden. Eine solche „Conjugation der Chromosomen“ ist bisher nur in generativen Zellen als Vorbereitung zur Reifeteilung beobachtet, und das ganze Reduktionsproblem ist mit diesem Vorgang eng verbunden. In unserem Falle spricht keine Beobachtung für einen solchen Vorgang, der auch theoretisch nicht erklärbar wäre.

Im Falle 2a müßten die Chromosomen von *Euglena viridis* während des Kernteilungsprozesses eine zweimalige Teilung erfahren: in der Metaphase und in der Telophase.

Nach der Teilung hätte also das Tier eine doppelte Anzahl von Chromosomen, nach einer zweiten Teilung sogar schon die vierfache.

Eine derartige zweimalige Chromosomenspaltung hat z. B. BOBERT für *Aulacantha scolymantha* (1900 und 1909) und *Ceratium* (1910) beschrieben.

Bei *Aulacantha* entsteht aus dem spongiös gebauten Ruhekern ein dichter Knäuel von verschlungenen chromatischen Fäden. Die Kernfäden teilen sich längs, und die Spalthälften (Tochtersegmente) lösen sich innerhalb des Kernes voneinander. Dann verdichtet sich der Kern von neuem und bildet ein zweites Spiremstadium. Jetzt tritt in den Kernfäden zum zweiten Male ein Längsspalt auf. Dann wird die Äquatorialplatte gebildet, und die längsgespaltenen Chromosomen wandern auseinander. Die Tochtersegmente werden auf beide Tochterkerne verteilt, die Enkelsegmente (die Spalthälften) aber bleiben noch vereinigt.

Bei *Ceratium* spalten sich die verschlungenen Kernfäden im Spiremstadium, bilden als Doppelchromosomen eine Äquatorialplatte und werden dann quer zur Längsachse getrennt, so daß die Tochterkerne die doppelte Chromosomenzahl bekommen.

Die durch Verdoppelung vermehrte Chromosomenzahl wird aber ebenso wie bei *Aulacantha* auch bei *Ceratium* durch amitotische Kernteilung wieder auf die normale herabgesetzt.

Bei *Euglena* kennen wir aber weder Amitose noch geschlechtliche Fortpflanzung.

Die früheren Angaben über geschlechtliche Fortpflanzung bei *Euglena* sind schon längst als fehlerhaft erkannt worden. Die neueste Arbeit über dies Thema (HAASE 1910) ist nicht lückenlos, und die Resultate sind von HAMBURGER (1911) und NÄGLER (1911) mit Recht bezweifelt worden. Wenn also bei *Euglena* wirklich bei jeder Teilung analog den Vorgängen bei *Aulacantha* und *Ceratium*

eine Verdoppelung der Chromosomenzahl bewirkt würde, so müßte diese schließlich ins Unendliche anwachsen.

Im Fall 1 a (Wiedervereinigung der Spalthälften im Ruhekern, Neuauftreten und Durchführung der Spaltung in der Metaphase) und 2 b (Trennung der Spalthälften, Wiedervereinigung und Durchführung der Trennung in der Metaphase) würde die Zahlenkonstanz der Chromosomen gewahrt. In beiden Fällen ist eine verfrühte Chromosomenspaltung vorhanden und die Spalthälften wandern in der folgenden Metaphase auseinander. Doch sind die zwischen Telophase $n-1$ und Metaphase n liegenden Vorgänge in beiden Fällen erheblich verschieden (vgl. Textfigur B).

Es fragt sich nun, für welche von beiden Möglichkeiten die Bilder von *Euglena viridis* sprechen.

Eine direkte Entscheidung der Frage nach der Entstehung der Chromosomenpaare in der Metaphase erwies sich bei *Euglena viridis* als sehr schwierig. Für die Entstehung der Doppelchromosomen durch Zusammenlagerung sprechen folgende Umstände:

1. Die Chromosomenpaarlinge der Metaphase sind immer glatte Stäbchen.
2. Sie liegen ziemlich weit auseinander und sind nie miteinander durch Fortsätze verbunden.
3. Jeder Paarling kommt an Dicke einem Einzelchromosomen gleich.

Für eine Chromosomenspaltung in der Metaphase lassen sich dagegen aus dem Studium dieser Stadien keine Gründe schöpfen.

Nach diesen Überlegungen bleibt zur Erklärung der Chromatinverhältnisse in der Metaphase von *Euglena* nur die Annahme (2) übrig, daß die Doppelchromosomen nicht das Resultat einer Spaltung, sondern vielmehr einer Zusammenlagerung sind.

Dazu passen auch die Ergebnisse, die ich aus den Endstadien der Kernteilung und der Prophase gewann. Solange die Chromosomen in der Telophase noch zu sehen sind, erscheinen sie deutlich getrennt und es liegt oft ein beträchtlicher Abstand zwischen ihnen. Zuletzt, bevor sich die fertige Ruhestuktur zeigt, erkennt man nur noch Einzelfäden von der Stärke der Spalthälften. Das spricht sehr dafür, daß eine Wiedervereinigung der Tochtersegmente beim Übergang zum Ruhekern nicht eintritt. Ebenso wenig läßt sich beim ersten Auftreten der Chromosomen in der Prophase irgend etwas von einer Fadenspaltung erkennen. Vielmehr sieht man da und dort getrennte Einzelfäden einander parallel laufen, die als Vorläufer der dichter zusammengelagerten Paare der Meta-

phase angesprochen werden können, so daß kein Anhaltspunkt dafür besteht, daß die Spalthälften sich wieder vereinigen und dadurch die Möglichkeit b alle Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Der ganze Teilungsvorgang verläuft demnach offenbar so, daß die Chromosomen, die in der Metaphase n auseinanderwandern, sich schon in der Telophase $n-1$ spalten und durch die Stadien des Ruhekerns n und der Prophase n bis zur Metaphase n persistieren. Hier steht *Euglena* in der Organismenreihe nicht vereinzelt da.

Sehr schöne Beispiele dafür hat DEHORNE (1911) angeführt. Er selbst hat sehr eingehend Mitosen in somatischen Zellen von *Salamandra maculosa*, *Allium cepa*, *Sabellaria spinulosa*, ferner auch Spermato- und Ovogenese bei *Sabellaria*, *Fasciola* u. a. studiert und hat überall gefunden, daß „les chromosomes qui doivent être éloignés définitivement les uns des autres à l'issue de la métaphase sont préparés depuis très longtemps“, und zwar: „pour une mitose n où se fait cet éloignement définitif, le début apparent de la division a toujours lieu à la mitose $n-2$, dès l'anaphase où à la télophase“ (vgl. Textfigur A).

Es ist allerdings richtig, daß die Verhältnisse bei DEHORNE'S Untersuchungsobjekten (Textfig. A) sich von denen bei *Euglena viridis* unterscheiden. Bei den Metazoenzellen, die von ihm studiert wurden sind die Chromosomen immer Doppelemente und zwar primär und sekundär gespalten. Bei *Euglena viridis* dagegen (Textfig. B) ist nur eine Spaltung zu konstatieren, die, wenn wir sie mit dem DEHORNE'schen Schema vergleichen, der sekundären Spaltung entsprechen muß, d. h. die Chromosomen, die in der Metaphase n auseinander wandern, sind schon in der Ana- oder Telophase $n-1$ längs gespalten worden.

Dann ist aber auch, wie schon oben erwähnt, die Annahme nötig, daß die Chromatinelemente im Ruhekern als Doppelchromosomen erhalten bleiben.

BORGERT (1900, S. 244) nimmt allerdings an: „... die Möglichkeit, daß es sich bei der zweiten Längsspaltung der Kernsegmente um eine Vorbereitung für spätere Teilungsvorgänge handle, ist hier durch die Einschaltung eines Ruhestadiums vollkommen ausgeschlossen.“

Die Untersuchungen von DEHORNE u. a. (siehe darüber Referat bei DEHORNE, 1911 b) haben nun aber gerade gezeigt, daß diese Möglichkeit doch bestehen kann. Die Zeichnungen von DEHORNE

zeigen im Ruhekern wunderschöne Andeutungen von primärer, sogar sekundärer Spaltung der chromatischen Elemente.

Zusammenfassend sei gesagt: bei *Euglena viridis* tritt die Spaltung der Chromosomen in der Anaphase oder Telo-

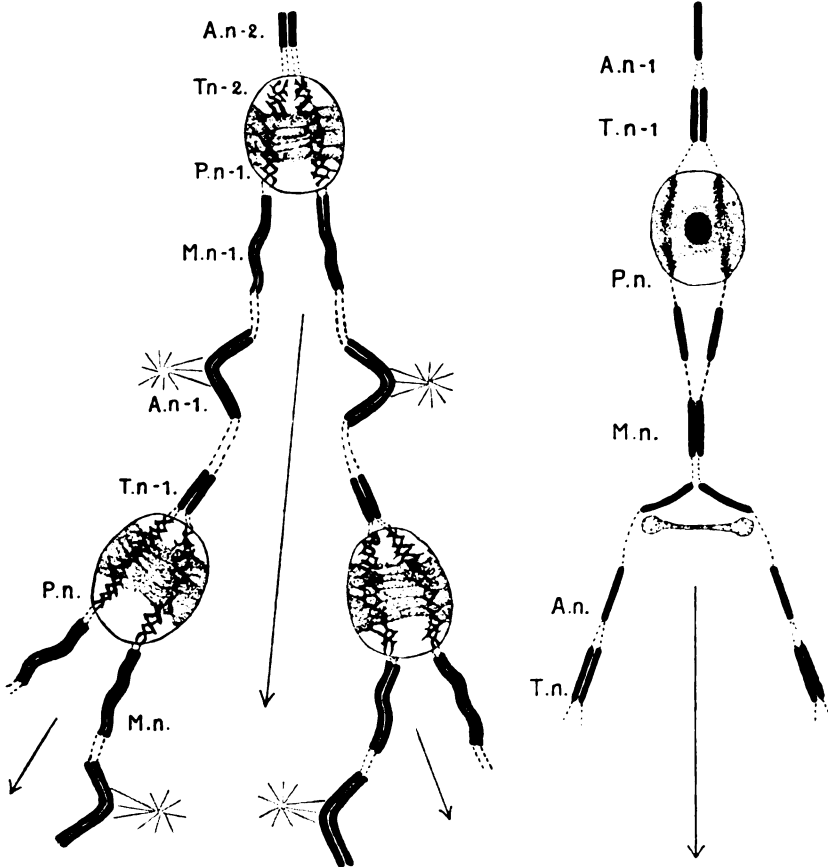


Fig. A.

Fig. B.

Textfig. A. Mitose in somatischen Metazoenzellen (DEHORNE). *A* Anaphase, *T* Telo-phase, *P* Prophase, *M* Metaphase. (Erklärung im Text.)

Textfig. B. Schicksal eines Chromosoms bei der Mitose von *Euglena viridis*. Bezeichnung wie in Textfigur A. (Erklärung im Text.)

phase der vorherigen Teilung auf. Die gespaltenen Chromosomen bewahren ihre Individualität durch den Ruhekern hindurch bis zur Metaphase, wo sie paarweise sich lagern und dann auseinander wandern.

Für die Frage nach der Bedeutung der Chromosomenteilung ist

es bedeutsam, ob die Paarlinge, die in der Metaphase zusammengehen, identisch sind mit je zwei Tochterhälften der in der Telophase gespaltenen Chromosomen, denn nur in diesem Falle wäre eine durchaus gleichmäßige Chromatinverteilung garantiert.

Bei *Aulacantha* ist es nämlich schwierig, sich vorzustellen, wie die Tochterchromosomen richtig verteilt werden können, nachdem sie auseinander gewandert sind und von neuem ein Knäuelstadium gebildet haben. Für die *Euglena* ist die variiierende Länge der einzelnen Chromosomen: von kurzen Stäbchen bis zu langen Schleifen charakteristisch. Die Längenschwankung der Chromosomen gibt uns einen Anhaltspunkt für die Bestimmung, ob die in der Metaphase auseinander rückenden Chromosomen eines Paares jeweils aus einem der in der Telophase durch Spaltung gebildeten Paare hervorgegangen sind oder nicht. Der Kern des Tieres auf der Zeichnung 18 hat zwei außerordentlich lange Chromosomen, alle übrigen sind viel kürzer. Die langen Chromosomen sind genau gleich lang, also sind sie, dürfen wir wohl annehmen, die Abkömmlinge eines Paares aus der Telophase. Daß diese Chromosomen auch in der Metaphase zu ein und demselben Paar gehören, spricht dafür, daß bei *Euglena* das Chromatin in gleicher Weise wie bei den Metazoen auf die Tochterkerne verteilt wird.

Die Zahl der Chromosomen scheint, wie ich schon ausgeführt habe, nicht konstant zu sein und beträgt nach meinen Beobachtungen ca. 200 in der Äquatorialplatte, d. h. 100 Paare. Diese Zahl kann man nur annähernd bestimmen; auch die Chromospirenzählungen von DANGEARD sind nur annäherungsweise aufzufassen, weil die Chromosomen nie in einer Ebene liegen, woraus folgt, daß ein Querschnitt durch die Anaphase immer weniger Chromosomen enthalten muß, als in Wirklichkeit vorhanden sind. Die Inkonstanz der Chromosomenzahl kann vielleicht auf der Bildung längerer Sammelchromosomen beruhen. BORGERT nimmt auch bei *Aulacantha* und *Ceratium* ein Schwanken der Chromosomenzahl an.

b) Binnenkörper.

Eine Nachuntersuchung des Binnenkörpers bei *Euglena viridis* und seines Verhaltens bei der Kernteilung war insofern wünschenswert, als die Anschauungen über den Bau dieses Organells bei Euglenen überhaupt sehr verschieden sind. Alle Untersucher stimmen darin überein, daß hier die Substanz des Binnenkörpers

nichts mit den Chromosomen zu tun hat. Diese entstehen lediglich aus der Substanz des Außenkerns. (Nur HAASE (1910) will im Binnenkörper der *Euglena sanguinea* Chromosomen gefunden haben.) Es fragt sich nun aber noch, ob der Binnenkörper den Wert einer „lokomotorisch generativen Kernkomponente“ hat oder den eines einfachen „Nucleolus“ im Sinne der Metazoocyttologie.

BLOCHMANN (1894) und KEUTEN (1895) haben kein Centriol im Binnenkörper der *Euglena viridis* gefunden, dagegen haben HARTMANN und CHAGAS (1910) ein solches bei *Peranema* beobachtet und die Meinung ausgesprochen, daß das Centriol allen Flagellaten eigentümlich sei.

Unsere Untersuchung hat die Beobachtungen von KEUTEN im allgemeinen bestätigt, nur konnten wir keine Differenzierung des Binnenkörpers im Mittel- und Endabschnitte feststellen.

Die Bedeutung dagegen, die KEUTEN dem Binnenkörper der *Euglena viridis* zuschreibt, scheint mir weniger wesentlich zu sein. Es ist wohl möglich, daß in der Promitose (NÄGLER, 1909) einiger Amöben der Binnenkörper eine leitende Rolle spielt (vgl. GLÄSER (1912), CHATTON (1910), v. WASIELEWSKI u. KÜHN (1914), aber bei anderen Protozoen scheint das sicher nicht der Fall zu sein.

Die Gattung *Chlamydomphrys* z. B. bietet dafür ein sehr gutes Beispiel. Bei verschiedenen *Chlamydomphrys*-Arten verhält sich der Binnenkörper während der Teilung ganz verschieden. Bei *Chlamydomphrys stercorea* ist er nach SCHAUDINN's Angaben aktiv und leitet die Kernteilung (SCHAUDINN, 1903 und seine aus dem Nachlaß publizierten Zeichnungen in seinen gesammelten Arbeiten, siehe auch DOFLEIN, 1911), dagegen wird er bei *Chlamydomphrys schaudinni* (SCHÜSSLER, 1911) bei einigen Varietäten ganz passiv mit geteilt oder bei anderen überhaupt aufgelöst, wie ein echter Nucleolus der Metazoen, wie ich auch nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann.

Bemerkenswert ist, daß man in der letzten Teilungsart keine Centrosomen oder Centriolen findet. SCHÜSSLER als HARTMANN's Schüler hat sicher eifrig danach gesucht. Auch POPOFF (1914), der nach SCHÜSSLER auch *Chlamydomphrys schaudinni* als eine Amöba beschreibt, hat keine Centriolen gefunden.

Das Beispiel von *Chlamydomphrys* zeigt uns also, wie vorsichtig man sein muß, wenn man dem Binnenkörper eine leitende Rolle zuschreiben will.

Wir haben keinen Anhaltspunkt hierfür, daß der Binnenkörper von *Euglena viridis* eine leitende Rolle bei der Teilung spielt.

Dagegen sprechen auch die frühen Prophasestadien, in denen trotz der starken Veränderung des Chromatins eine solche am Binnenkörper selbst nicht wahrzunehmen ist. Ferner das Hervorragen über die Kernkontur, welche ohne Einfluß auf die Teilungsfigur des Kernes bleibt.

c) Über den Begriff „Haplomitose“.

Die Theorie der „Haplomitose“ hat eine weite Verbreitung gefunden. Besonders ALEXEIEFF (1911, 1912) hat unter diesem Kernteilungstypus die Teilungsweise sehr vieler Protozoengruppen vereinigt.

Ursprünglich charakterisierte DANGEARD die Haplomitose als eine Kernteilung ohne richtige Chromosomen, mit spiremartigem Bau des Ruhekerns und einem während der Teilung persistierenden und dieselbe leitenden Binnenkörper. Das Spirem erleidet keine Längsspaltung, bildet auch keine Chromosomen, sondern wird der Länge nach auseinander gezogen und seine Windungen quer geteilt.

DANGEARD findet diesen Kernteilungstypus nicht nur bei Euglenen sondern auch in etwas modifizierter Form in den Micronucleen der Infusorien, bei Acineten, Peridineen und vermutlich auch bei Diatomeen.

ALEXEIEFF (1911) stellt den Begriff der Crypto-Haplomitose auf. Das ist eine Haplomitose, bei welcher das periphere Chromatin im Ruhekern nicht vorhanden ist, aber bei der Teilung erscheint. Dieser Forscher erweitert den Begriff der Haplomitose, indem er die Kernteilung von gewissen Protomonaden, Cystoflagellaten, Rhizopoden und Sporozoen unter diesem Begriff zusammenfaßt.

So wurde denn die Haplomitose im weiteren Sinne fast bei allen Protozoengruppen gefunden.

Die Ausführungen DANGEARD's, die er bei der Untersuchung der Kernteilung von *Euglena viridis* var. *violacea* begründet hatte, werden durch meine Beobachtungen über die Vorgänge bei der Kernteilung von *Euglena viridis* nicht bestätigt, und somit seiner Theorie der Boden zum größten Teil entzogen.

Die Frage, ob der nach DANGEARD für die Haplomitose charakteristische spiremartige Bau des Chromatins im Ruhekern bei anderen Protozoen wirklich vorhanden ist, und ob bei anderen Euglenoiden keine richtigen Chromosomen bei der Metakinese auftreten, bleibt ungelöst, denn das Tatsachenmaterial fehlt hierfür.

Ob die Haplomitose im Sinne DANGEARD's bei Protozoen überhaupt vorkommt, können wir vorläufig auch nicht entscheiden, weil die betreffenden Objekte weiterer, eingehender Untersuchung bedürfen. Es ist wohl möglich, daß neue Untersuchungen Licht auf diese Frage werfen und die komplizierten Vorgänge bei *Euglena viridis* genetisch erklären werden. Wie gesagt, geben die Untersuchungen von MERRIMAN an *Spirogyra* und *Allium* (1907, 1913) ähnliche Bilder für die Metakinese, wie sie DANGEARD schon gezeichnet hat. Aber der Kern von *Spirogyra* macht ein echtes Ruhestadium durch und bildet sein Spirem in ganz anderer Weise. Denn dort stammt das Chromatin zum Teil mindestens aus der Substanz des Nucleolus. Der Kern enthält kein „Nucleolo-Centrosom“, das für die Haplomitose charakteristisch sein soll.

ALEXEIEFF (1913) hat 12 Typen der primitiven Mitosen für Protozoenkerne aufgezählt, jedoch folgt die Kernteilung von *Euglena viridis* keinem dieser Typen genau. Eine vollkommene Mitose ist sie auch nicht, weil die achromatische Figur keine wesentliche Rolle spielt. Das Fehlen der achromatischen Figur einerseits, und die weitspezialisierten Vorgänge andererseits, die sich an den Chromosomen abspielen, werden noch durch die Persistenz des Binnenkörpers kompliziert. Ich bin der Ansicht, daß uns bis jetzt noch genügendes Vergleichsmaterial fehlt, um der Mitose bei *Euglena* einen systematischen Platz anzuweisen. Die Protozoologie hat in den letzten Jahren einen gewaltigen Aufschwung genommen, aber viele ihrer Hypothesen tauchen nur auf kurze Zeit auf, um bald vergessen zu werden. Die Bemerkung DOFLEIN's, die er in seinem Lehrbuch (1911) ausgesprochen hat: „Unsere Kenntnisse über die Kernteilung sind aber noch nicht genügend groß und vertieft, um eine gut begründete Theorie aufzustellen“, hat auch bis jetzt ihre Richtigkeit nicht verloren.

Mir scheint es, daß man dem Bau und den Vorgängen, die sich am Chromatin abspielen, mehr Aufmerksamkeit schenken muß, wenn man eine Klassifikation der Teilungstypen anstrebt. Bei einigen Teilungsvorgängen, wie etwa im vorliegenden Falle, sind wir nicht imstande, ein Teilungszentrum mit unserer gegenwärtigen Technik zu entdecken; oder ist ein solches überhaupt nicht vorhanden und können die Chromosomen „wie selbständige Organismen . . . selbständig polar wandern“? (PROWAZEK, 1913). Über das Verhalten der Chromosomen aber ist uns viel mehr bekannt.

V. Anhang.

a) Dauercysten.

Der Vorgang der Encystierung bei *Euglena viridis* ist schon genau beschrieben (KLEBS, BÜTSCHLI, KHAWKINE), nur über die Struktur der Hülle selbst haben wir wenig genaue Angaben.

Da meine Beobachtungen über diesen Gegenstand von den früheren etwas abweichen, will ich die Hülle der Dauercysten von *Euglena viridis* beschreiben.

Nach KLEBS und BÜTSCHLI soll die Hülle glatte Oberfläche besitzen und konzentrische Schichtung aufweisen. Aber bei starker (2300×) Vergrößerung ist deutlich zu beobachten, daß die Oberfläche der Hülle feine Höckerchen trägt (Fig. 36), die bei schwacher Vergrößerung konzentrische Schichtung vortäuschen können. Jedem Höckerchen entspricht eine dunklere Partie in der Wand der Hülle, so daß die Hülle radiär gestreift aussieht. An einem Pole der eiförmigen Cyste befindet sich eine Öffnung. Ob diese etwa durch eine Ausscheidung besonderer Art verschlossen wird, konnte ich nicht feststellen. Die Wand der Cyste ist rings um die Öffnung etwas verdickt, der äußere und innere Rand der Öffnung abgerundet.

Der Körper der *Euglena* nimmt in den Schnittpräparaten nicht das ganze innere Volumen der Cyste ein, was entweder auf die Fixierung zurückzuführen ist, oder es liegt, wie das bei manchen Protozoen der Fall ist, der Körper des Tieres, wegen starken Wasserverlustes beim Prozeß der Encystierung der Hülle, nicht dicht an. Im Plasma sind große Vacuolen zu beobachten.

Der Kern befindet sich im Ruhezustand; einmal habe ich ihn aber auch in Anaphase gesehen.

b) Parasiten.

Meine Euglenen waren stark mit Chytridiaceen (?) infiziert. Dieser Umstand kann nicht etwa krankhafte Kernteilungsbilder vortäuschen, weil infizierte Euglenen sich nicht teilen können. Der Kern bei solchen Euglenen (Fig. 37) degeneriert unter Bildung von großen Brocken und Klumpen des Chromatins. Der Kern wird stark an die Seite des Tieres gedrückt und färbt sich intensiv. Da ich reichhaltiges Material von diesen Parasiten bekommen habe, werde ich noch später auf sie zurückkommen.

Die Literatur über diese Frage kann man bei NÄGLER (1911), der Chytridiaceen von *Euglena sanguinea* studiert hat, finden.

Zusatz bei der Korrektur. Da es mir im wissenschaftlichen Interesse gelegen schien, daß die in meinem Institut entstandene sorgfältige Arbeit nicht zu lange liegen blieb und da der Verfasser durch die Kriegsereignisse voraussichtlich noch für längere Zeit von uns getrennt ist, hielt ich mich für verpflichtet in Gemeinschaft mit Kollegen Prof. Kühn die Korrektur zu besorgen.

Freiburg i. Br., Mai 1915.

F. DOFLEIN.

Literaturverzeichnis.

- ALEXEIEFF (1911): Haplomitose chez les Eugléniens et dans d'autres groupes de protozoaires. C. R. Soc. Biol. Paris T. 71.
- (1912): Le parasitisme des Eugléniens et la Phylogénie des Sporozoaires sensu stricto. Arch. de Zool. expér. 5^e Serie. T. 10.
- (1913): Systematisation de la mitose dite „primitive“. Sur la question du centriole. Arch. f. Protistenk. Vol. 29.
- BLOCHMANN (1894): Über die Kernteilung bei *Euglena*. Biol. Centralbl. Bd. 14.
- BORGERT (1901): Untersuchungen über die Fortpflanzung der trippyleen Radiolarien. speziell von *Aulacantha scolymantha*. H. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. 14.
- (1909): Dasselbe II. Teil. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.
- (1910): Kern- und Zellteilung bei marinen Ceratium-Arten. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.
- BÜTSCHLI (1889): Protozoa in BRONN's „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“. Bd. 1 Abt. 2.
- CHATTON (1910): Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amœbiens. Faits et théories. Arch. de Zool. expér. 5^e Serie T. 5.
- DANGEARD (1901): Recherches sur les Eugléniens. Le Botaniste. 8^e Serie.
- DEHORNE (1911): Recherches sur la division de la cellule. I. Le duplicisme constant du chromosome somatique chez *Salamandra maculosa* Laur. et chez *Allium cepa* L. Arch. f. Zellforsch. Bd. 6.
- (1911): II. Homéotypie et Hétérotypie chez les Annélides polychètes et les trematodes. Arch. de Zool. expér. 5^e Serie T. 9.
- DOFLEIN (1911): Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. Jena.
- GIEMSA (1911): Fixierung und Färbung der Protozoen. In „Handbuch der pathogenen Protozoen“, hrsg. von PROWAZEK. Leipzig.
- GLAESER (1912): Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben, zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.
- HAASE (1910): Studien über *Euglena sanguinea*. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.

- HAMBURGER (1911): Studien über *Euglena Ehrenbergii*, insbesondere über die Körperhülle. Sitz.-Ber. der Heidelberger Akad. der Wiss. Math. Naturwiss. Kl.
- HARTMANN u. CHAGAS (1910): Flagellaten-Studien. Mem. do Inst. Oswaldo Cruz. T. 2.
- KEUTEN (1895): Die Kernteilung von *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60.
- KHAWKINE (1886): Recherches biologiques sur l'*Astasia ocellata* n. s. et l'*Euglena viridis*. Ehr. II. L'*Euglena viridis*. Ann. des Sc. nat. Zool. VII. Serie T. 1.
- KLEBS (1883): Über die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Unters. aus d. Bot. Inst. zu Tübingen Bd. 1.
- MERRIMAN (1904): Vegetative cell division in *Allium*. Bot. Gaz. Bd. 37.
- (1913): Nuclear division in *Spirogyra crassa*. Bot. Gaz. Bd. 56.
- MOROFF (1904): Beitrag zur Kenntnis einiger Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.
- NÄGLER (1909): Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- (1911): Studien über Protozoen aus einem Almtümpel. II. Parasitische Chytridiaceen in *Euglena sanguinea*. Arch. f. Protistenk. Bd. 23.
- POPOFF (1911): Über den Entwicklungszyklus von *Amoeba minuta*. n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 22.
- PRINGSHEIM (1913): Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanz. Bd. 12.
- PROWAZEK (1913): Studien zur Biologie der Protozoen. VI. Arch. f. Protistenk. Bd. 31.
- SCHAUDINN (1903): Untersuchung über Fortpflanzung der Rhizopoden. Arb. aus d. K. Gesundheitsamte. Bd. 19.
- SCHOCKARRT (1905): La fécondation et la segmentation chez le Thysanozoon Brocchi. La Cellule. T. 22.
- SCHÜSSLER (1911): *Chlamydomyces schaudinni* n. sp. (Vorl. Mitt.) Arch. f. Protistenk. Bd. 22.
- STEUER (1904): Über eine Euglenoide (Entreptia) aus dem Canale grande von Triest. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.
- WASIELEWSKI, TH. v. u. A. KÜHN (1914): Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 38.
- ZUMSTEIN (1900): Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis*. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 34.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren wurden mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates und ZEISS' apochrom. Imm. 2 mm N. A. 1,40, Comp. Oc. 12 bei ca. 2300facher Vergrößerung entworfen. Die Zeichenfläche des BERNHARD'schen Zeichentisches wurde auf die Höhe des Objektisches eingestellt. Sämtliche Präparate sind mit Sublimat-Alkohol nach SCHAUDINN fixiert.

Tafel 11.

- Fig. 1. Ruhekerne. Giemsaefärbung.
 Fig. 2—10. Prophase.
 Fig. 2 u. 5. Ausbildung des Spirems. Giemsa.
 Fig. 3. Dasselbe. Hämalan.
 Fig. 4. Dasselbe. Hämatein-Eosin.
 Fig. 6. Spiremstadium. Hämatoxyl. Del. a. Optischer Schnitt. b. Oberfläche.
 Fig. 7. Ausbildung und Verlagerung der Chromosomen zu radiärer Anordnung. Giemsa.
 Fig. 8 u. 9. Dasselbe. Hämalan.
 Fig. 10. Dasselbe. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 11—18. Metaphase.
 Fig. 11 u. 12. Parallele Lagerung der Chromosomen zum Binnenkörper. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 13. Die Chromosomen verlieren ihre parallele Anordnung. Lockeres Stadium. Hämatein-Eosin.
 Fig. 14. Verdichtung der Äquatorialplatte und Entstehung der Doppelchromosomen. Anfangsstadium. Giemsa.

Tafel 12.

- Fig. 15. Dasselbe. Fortgeschrittenes Stadium. Hämatein.
 Fig. 16. Dasselbe. Dasselbe. Hämalan.
 Fig. 17 u. 18. Trennung der Tochterchromosomen. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 19. Verfrühte Chromosomenspaltung. Abnormität. Giemsa.
 Fig. 20. Dasselbe. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 21—27. Anaphase.
 Fig. 21. Anaphase. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 22, 23, 25 u. 26. Anaphase. Hämatein.
 Fig. 24. Anaphase. Hämalan.
 Fig. 27. Beginnende Chromosomenspaltung. Giemsa.
 Fig. 28—35. Telophase.
 Fig. 28. Chromosomenspaltung, die Chromosomen sind noch kammartig verbunden. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 29. Die Chromosomen sind weiter auseinander gerückt. Hämatoxyl. Del.
 Fig. 30. Dasselbe. Einige sind verschlungen. Giemsa.
 Fig. 31. Beginnende Auflockerung der Paarlinge. Hämatoxyl.-Eosin.
 Fig. 32, 33 u. 34. Dasselbe. Spätere Stadien. Giemsa.
 Fig. 35. Dasselbe. Einige Chromosomen sind noch paarweise angeordnet, andere sind auseinander gerückt. Giemsa.
 Fig. 36. Cyste. Hämatein-Eosin.
 Fig. 37. Mit Chytridiaceen infiziertes Individuum. Borax-Carmin-Bleu de Lyon.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg.
(Direktor: Obermedizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

Über die Wirkung des Glycerins auf Protisten und Pflanzenzellen.

Von
Kurt Behrend.

Von der Tatsache ausgehend, daß viele Chlamydozoen und andere sog. filtrierbare Krankheitserreger selbst konzentriertem Glycerin ohne Nachteil ausgesetzt werden können, wurde die Wirkung des Glycerins in verschiedenen starken Lösungen auf andere Mikroorganismen untersucht. Herrn Prof. Dr. v. PROWAZEK sage ich an dieser Stelle für die Anregung zu dieser Arbeit und die mir liebenswürdigerweise geleistete Unterstützung meinen besten Dank.

Die Mehrzahl der filtrierbaren Erreger ist gegen Glycerin sehr resistent, so sagt z. B. LIRSCHÜTZ (13): „Bei der Behandlung mit Glycerin erweisen sich viele filtrierbare Vira als sehr widerstandsfähig, bloß das Virus der Schafpocke wird nach wenigen Tagen geschädigt, ebenso der Erreger der Rinderpest, der nach 8 Tagen unwirksam wird (EDINGTON). Hingegen vertragen das Taubenpocken-virus 120 Tage (BURNET), das Virus der Hühnerpest 270 Tage (MOSSE), der Erreger der Poliomyelitis 5 Monate (RÖMER u. JOSEPH) die Behandlung mit Glycerin und für die Erreger der Vaccine und Lyssa wird die Glycerinemulsion als direktes Konservierungsverfahren in Anwendung gebracht.“

Es wurde nun untersucht, wie sich andere Organismen, vorzugsweise Protisten unter dem Einfluß von Glycerin verhalten. Zur

Untersuchung kamen sowohl parasitische wie freilebende Lebewesen, und zwar Trypanosomen, Ciliaten, Spirochäten, Bakterien, Grünalgen- und höhere Pflanzenzellen.

Von Trypanosomen kamen *Trypanosoma lewisi* (KENT), *rhodesiense* (STEPHENS u. FANTHAM) und *brucei* (PLIMM. u. BRADF.) zur Untersuchung. Diese drei Arten verhielten sich im wesentlichen gleich. Das Trypanosomenmaterial wurde auf die Weise gewonnen, daß eine infizierte Ratte entblutet, das Blut defibriniert und zentrifugiert wurde, worauf die Parasiten sich in dünner Schicht zwischen dem Serum und den Erythrocyten angesammelt hatten. Von hier wurden die vorsichtig mit der Pipette abgesammelten Tiere in ein Röhrchen mit inaktiviertem Pferdeserum gebracht. Mit diesem Material wurden die Versuche mit dem in physiologischer Kochsalzlösung gelösten Glycerin angestellt, indem zu dem Glycerin je 1—2 Ösen Trypanosomenmaterial zugesetzt wurden.

Die Wirkung des Glycerins auf die Trypanosomen äußerte sich folgendermaßen: In reinem Glycerin oder in sehr starken Lösungen starben die Parasiten sofort ab, ohne eine sichtbare Änderung ihrer Form zu erleiden. In einer Lösung von etwa einem Teil Glycerin auf sechs Teile Kochsalzlösung starben die meisten Trypanosomen nicht sofort ab, sondern zeigten, nachdem in den ersten Minuten keine Änderung an ihnen wahrnehmbar war, nach etwa 10 Minuten eine starke Aufquellung, die manchmal derartig intensiv war, daß das Hinterende der Trypanosomen nicht mehr frei hervorragte. Die Tiere nahmen dann eine Kugelgestalt an, nur die Geißel und die undulierende Membran ragten über die Oberfläche hervor. Bei einigen Tieren waren diese auch fest an den Körper gelegt, so daß die Kugelform vollkommen war. Im Innern der derartig aufgeblähten Tiere war zuweilen im Anfang der Blähung eine Vacuole am Hinterende zu sehen. Wenige Tiere waren aber auch bei dieser Konzentration des Glycerins nicht gebläht und vollkommen unbeweglich, also wahrscheinlich abgestorben. Während der Blähung starben viele Parasiten, bei anderen ging die Blähung allmählich wieder zurück und diese nahmen nach und nach wieder eine normale Form an. Ein Nachlassen der Aufblähung fand nur bei lebenden, sich noch mehr oder minder lebhaft bewegendem Tieren statt, die unbeweglichen, wahrscheinlich toten Parasiten blieben bis zum Zerfall gequollen. Diese Erscheinungen wurden an einem Naganastamm ermittelt. Analog waren die Bilder bei den beiden anderen Trypanosomenarten. Ein *rhodesiense*-Stamm, der ganz frisch gewonnen war und noch nicht im Pferdeserum gestanden hatte, wies die Quellungs-

erscheinungen schon bei einer Konzentration von 1:3 auf. Durch längeres Verweilen in vitro werden die Trypanosomen sehr geschädigt, auch wenn das Serum des Wirtstieres ganz entfernt ist, und schon nach einer Viertelstunde sind die Parasiten deutlich weniger widerstandsfähig als in ganz frischem Zustand, eben erst dem Wirte entnommen. Diese Blähung der Trypanosomen hat schon v. PROWAZEK (25) bei Nagana-, Dourine-, *gambiense*-, *rhodesiense*- und Mal de Caderas-Trypanosomen beobachtet und zwar traten hier die Aufblähungserscheinungen bei Zusatz von $\frac{1}{2}$ oder Überschuß von Glycerin zu dem Medium nach etwa einer halben Stunde ein.

Die Trypanosomen gingen in den erwähnten Lösungen aber doch alle nach verhältnismäßig kurzer Zeit ein. Erst bei einer Konzentration von etwa 1:10 waren bei dem *rhodesiense*-Stamm nur noch wenige Exemplare vorübergehend etwas gebläht, nahmen aber bald wieder normale Gestalt an und lebten ebenso lange wie die Kontrolltiere. Bei dem nicht ganz so resistenten *brucei*-Stamm lag der Punkt, wo eine dauernde Schädigung der Trypanosomen nicht mehr stattfand, bei etwa 1:25, bei demselben *brucei*-Stamm $\frac{3}{4}$ Jahre später bei 1:16, bei den beiden untersuchten *lewisi*-Stämmen um 1:15 bzw. 1:12. Ob eine Trypanosomenart widerstandsfähiger als eine andere gegen die Einwirkung des Glycerins ist, ließ sich nicht ermitteln, jedoch zeigten sich bei den einzelnen Stämmen derselben deutliche Resistenzunterschiede, was ja nach EHRLICH's (3, 4) berühmten Untersuchungen über die Resistenz der einzelnen Stämme verschiedenen Giften gegenüber, anzunehmen ist.

Schwächere Glycerinlösungen zeigten keinen dauernden Einfluß auf die Trypanosomen. Da die beiden anderen Trypanosomenarten sich auch im Eisschrank in vitro nicht länger als etwa 24 Stunden lang lebend erhielten, wurden die Versuche mit längerer Einwirkungs-dauer als einen Tag (bei 6° C) nur mit *Tryp. lewisi* angestellt. Bei etwa 1:12 waren nach 24—48 Stunden alle Individuen abgerundet und abgestorben. Bei einer schwächeren Lösung aber als 1:14 war keine Einwirkung des Glycerins auf die Tiere, selbst nach 96 bis 120 Stunden zu bemerken. Die Trypanosomen gingen nach dieser Zeit ein, z. T. an Bakterieninfektion, gleichzeitig mit den in den Kontrollversuchen ohne Glycerinzusatz gehaltenen.

Bemerkenswert ist die auffallende individuelle Verschiedenheit in der Resistenz der einzelnen Trypanosomen. Wie v. PROWAZEK (7), GIEMSA (7), MOLDOVAN (16) bei ihren Chininversuchen es beobachtet hatten, so gingen auch hier die Mehrzahl der Tiere innerhalb eines bestimmten, deutlich begrenzten Zeitraumes ein, während wenige

schon vorher und einige erst nachher abstarben. Unter den letzteren Tieren, die abstarben, befanden sich noch viele Teilungsformen, bei denen der Lokomotionsapparat in der Teilung begriffen war, wie an der verdoppelten undulierenden Membran und Geißel auch im Leben festgestellt werden konnte. Diese Tatsache würde auch mit der Erklärung, die MOLDOVAN (16) von dieser Blähungserscheinung beim Zusatz von Chinin, gibt, übereinstimmen, wonach die Tiere zur Zeit des intensivsten Stoffwechsels am meisten von dem Gift aufnehmen und daher am schnellsten absterben, während die Parasiten mit vermindertem Stoffwechsel längere Zeit am Leben bleiben. Dieses wird auch durch die Versuche von J. LOEB (14) an Seeigeleiern bewiesen. Es zeigte sich nämlich, daß verschiedene Salzlösungen in stärkeren Konzentrationen weniger schädlich als solche in schwächeren Lösungen waren, weil die Weiterentwicklung, d. h. weitere Stoffaufnahme, in ersteren überhaupt sistiert war, aber in letzteren noch stattfand, so daß bei der Assimilation auch giftige Stoffe aktiv vom Organismus aufgenommen wurden.

Da nun die fressenden Protozoen während des Verlaufs der Teilung keine oder wenig Nahrung aufzunehmen pflegen, so erklärt sich hierdurch zum Teil die relativ größere Resistenz der Teilungsformen. Vor der Teilung müßten die Tiere dann am wenigsten resistent sein, da sie dann sehr intensiv assimilieren. Beobachtungen hierüber hatten bei der Schwierigkeit, Tiere die vor der Teilung stehen, im Leben zu erkennen, keinen Erfolg. Möglicherweise erklärt sich die größere Resistenz der Teilungsformen aber auch aus einer Veränderung des Colloidzustandes der Zelle, die während der Teilung vor sich geht.

Die hauptsächlichste Wirkung des Glycerins auf die Zelle ist wohl zunächst in der Flüssigkeitsentziehung zu suchen. Die Quellung, bzw. Abrundung der Trypanosomen zu kala-azarähnlichen Gebilden beschränkt sich auf das Cytoplasma und die meist chromatischen Teile des Caryoplasmas, so daß hier der Zusammenhang der einzelnen Chromatinelemente gelockert wird und sie weiter auseinander zu liegen kommen als in normalen Tieren, wie an nach GIEMSA gefärbten Präparaten festgestellt werden konnte.

Wie die Quellung zustande kommt, ist nicht mit absoluter Sicherheit zu entscheiden. Sie beruht auf einer kombinierten Wirkung des Glycerins mit dem Wasser und dem osmotischen Ausgleich zwischen beiden im Laufe der Zeit. Sehr wahrscheinlich dringt das Glycerin zunächst oberflächlich in die Zelle ein und reißt dann die Flüssigkeit aus den stützenden und formerhaltenden peripheren Plasma-

teilen an sich. Letztere verlieren hierdurch ihre Spannung, wodurch die ganze innere Strukturspannung der Zelle aufgehoben wird, was zur Folge hat, daß das Plasma, wie jede Flüssigkeit, bestrebt ist, eine der Kugelgestalt möglichst angenäherte Form anzunehmen, wie es schon v. PROWAZEK (21, 25) bei der Einwirkung verschiedener Gifte auf die Protistenzellen feststellen konnte.

Ist das Tier dann durch die Flüssigkeitsentziehung noch nicht so geschwächt, daß es abstirbt, und das Plasma koaguliert, so kann unter dem osmotischen Ausgleich zwischen dem Plasma und dem Außenmedium sekundär wieder Flüssigkeit in das Plasma eintreten, eine Reversion platzgreifen, und so durch Wiederherstellung der inneren Strukturspannung wieder eine normale Form angenommen werden. Daß durch eine nicht zu weit gehende Flüssigkeitsentziehung durch Glycerin die Vitalität der Trypanosomen nicht allzu sehr geschwächt wird, konnte v. PROWAZEK (25) zeigen, indem er mit Trypanosomen, die durch die Glycerinbehandlung nicht abgetötet waren, mit Erfolg Ratten infizieren konnte, während in den negativen Fällen auch eine Immunisierung der Ratten nicht gelungen war.

Die Aufblähung führen wir also auf ein Zusammenwirken rein physikalisch-mechanischer und osmotischer Ursachen zurück, indem durch Aufhebung der Strukturspannung das Plasma den gewöhnlichen Flüssigkeitsgesetzen unterworfen wird. Die „Strukturspannung“, d. h. die formerhaltenden Elemente der Protisten sind nach v. PROWAZEK (25) nur im ektoplasmatischen Periplast gelegen. Jede Auflösung dieser Strukturspannung führt eine Abrundung und Annahme der Tropfenform herbei, sei sie nun durch Gifte, Wasserentziehung oder Degeneration hervorgerufen; so konnte sie z. B. v. PROWAZEK (25) mit 1 Proz. Kalilauge und 0,5—1 Proz. Salzsäure hervorrufen, SCHILLING und RONDONI (29) beobachteten sie an bei $+30^{\circ}\text{C}$ absterbenden und degenerierenden Trypanosomen und MOLDOVAN (16) sowie ANSCHÜTZ (1) bei Zusatz von Chinin zum trypanosomenhaltigen Medium.

Durch eine weitgehende Wasserentziehung wird später das Plasma zur Ausfällung gebracht; bei einer Vitalfärbung derart gequollener Tiere mit Methylenblau war das Plasma wolkig, z. T. bei schwacher Vergrößerung schachbrettartig aussehend, blau gefärbt. Reines Glycerin bewirkt durch momentane vollständige Flüssigkeitsentziehung sofortige Koagulation des Plasmas unter Erhaltung der Form und wirkt wie ein Fixierungsmittel.

Fassen wir die Erscheinung der Wirkung des Glycerins auf Trypanosomen zusammen, so finden wir, daß schwächere Glycerinlösungen die Zelle nur partiell, in einzelnen Funktionen schädigen,

wie es auch EHRLICH (3, 4, 5) u. a. durch ihre Experimente mit verschiedenen Arzneistoffen festgestellt haben. Die Partialfunktionen (EHRLICH (5), v. PROWAZEK (22)), die durch die Glycerineinwirkung behindert werden, sind vor allem die Stoffwechsellpartialfunktionen des Protoplasmas. Bei intensivem Stoffwechsel erfolgt ein schnelleres Absterben des Tieres als bei einer verlangsamten Assimilation. Zellen, bei denen die Teilungsvorgänge schon eingesetzt haben, sind gegen die Glycerineinflüsse resistent er als nicht in der Teilung befindliche, was beweist, daß die Funktion des Teilungsvorganges an sich nicht wesentlich affiziert ist, wohl aber die die Teilung bedingenden Funktionen, d. h. wahrscheinlich der Stoffwechsel. Auch die Lokomotion erfährt eine merkliche Beeinträchtigung nur dadurch, daß die Form der Zelle verändert wird, während die Beweglichkeit der einzelnen der Ortsbewegung dienenden Teile, wie der undulierenden Membran und der Geißel selbst bei extrem aufgeblähten Tieren noch erhalten bleibt. Im Zusammenhang damit wurde eine Vergrößerung des wahrscheinlich mit der Lokomotion in Beziehung stehenden Blepharoplastes nicht wahrgenommen, während der dem Stoffwechsel irgendwie vorstehende Kern aufgelockert war.

Als freilebende Infusorien wurden Colpidien untersucht. Diese stammten aus einem Heuaufguß, wo sie fast ohne andere Infusorien vorkamen. Die verwendeten Infusorien wurden zentrifugiert, mit Leitungswasser gewaschen und darauf in die Glycerinlösungen gesetzt.

Beim Zusetzen von unverdünnten Glycerin waren auch die Colpidien sofort tot. Sie zeigten totale Schrumpfung. Nur die sich in Falten legende, glashell durchsichtige Pellicula war zu erkennen, das flüssigkeitshaltige Protoplasma war teilweise durch das Glycerin gewaltsam herausgepreßt. Starke Glycerinlösungen zeigten zuerst noch dieselbe Wirkung, jedoch wurde mit dem Zunehmen der Verdünnung das abgestorbene Tier undurchsichtiger, weil die Flüssigkeitsentziehung nicht so gewaltsam vor sich gegangen war, die größeren Granula zurückgeblieben waren und das Plasma zum Teil noch innerhalb der Zelle koagulierte. Hierdurch wurde eine milchige Trübung des Tieres bewirkt. Bei einer Verdünnung von etwa 50 Teilen Wasser auf 1 Teil Glycerin lebte die Mehrzahl der Tiere noch nach 3 Minuten, doch waren die meisten deformiert und geschrumpft. Viele lagen am Boden und verrieten nur noch durch langsames Schlagen der Wimpern Leben. Einige schwammen träge und unbeholfen dicht über dem Boden, zum Teil um ihre Längsachse rotierend, dahin. Von diesen träge schwimmenden Tieren waren einige scheibenförmig abgeplattet, ihre Vacuole war deutlich zu sehen

und zeigte außer der durch die Abplattung bewirkten Vergrößerung keine Deformation. Die Pulsation dieser Formen war durchweg verhindert. Allmählich starben aber alle Infusorien ab und nach $\frac{1}{4}$ Stunde lebte keines mehr. In Verdünnungen von 1:100 bot sich nach $\frac{3}{4}$ Stunden dasselbe Bild dar, wie bei der doppelten Stärke der Konzentration in 3 Minuten, doch waren alle Infusorien hier weniger deformiert. In diesem Falle war besonders gut zu sehen, wie das Plasma allmählich milchig, schwächer lichtbrechend wurde und sich tropfig entmischte. Die kontraktile Vacuole war bei vielen Individuen verschwunden oder ihr Puls war erheblich verlangsamt oder ganz sistiert. Nach DEGEN (2) ist der Puls bei *Glaucoma colpidium* in 1 Proz. Glycerinlösung scheinbar sistiert und erwacht erst nach und nach wieder. Auch in hypertonischen Salzlösungen zeigte bei *Paramacium* der Puls nach STEMPELL (31) bedeutende Retardation.

Bei Lösungen von 1:200 waren fast dieselben Erscheinungen, nur in schwächerem Maße wie vorher, zu konstatieren. Die Infusorien lebten bis etwa 12 Stunden im Durchschnitt. Betrug die Verdünnung 300 Teile Wasser, so waren an den Colpidien zum größten Teil keine Veränderungen zu bemerken. Einige Tiere zeigten jedoch eine sehr stark vergrößerte Vacuole, so daß dadurch der ganze Körper fast kugelförmig war. Hier war offenbar die Wasserentziehung so langsam vor sich gegangen, daß das Glycerin nur noch auf die oberflächlichen Schichten wirken konnte, die dann gleichsam verfestigt und konzentriert wurden, so daß eine Entleerung der Vacuole nicht mehr möglich war. Bei einer Konzentration von etwa $\frac{1}{250}$ waren die Tiere fast normal, selten etwas milchig, lebten noch nach 48 Stunden, vermehrten sich aber nicht und waren nach 3 Tagen eingegangen. Bei einer Verdünnung von $\frac{1}{400}$ dagegen waren die Infusorien anscheinend unverändert. Sie vermehrten sich aber außerordentlich stark, bedeutend stärker als in Lösungen von $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{1000}$ und in den Kontrollversuchen. Ähnliche Steigerung der Lebensenergie hat R. SAND (28) bei *Stylonychia pustulata* nach Zusetzen von schwachen Lösungen von Chinin und Arsenik (1:50000) beobachtet, sowie v. PROWAZEK (23) bei Colpidien bei Lecithin 1:10000. Auch hier wurde die Vitalität der Zellen gesteigert und durch den gesteigerten Stoffwechsel die Teilungsrate beschleunigt. In Lösungen der angegebenen Stärke lebten die Colpidien noch 3 Wochen unverändert und mit anscheinend ungeschwächter Teilungsenergie. Danach mußten die Versuche abgebrochen werden. Die Colpidien hielten sich in diesem Versuch stets

in dichten Scharen nahe der Oberfläche auf, während sie in den schwächeren Lösungen mehr im ganzen Medium verteilt waren. Ob dieses Verhalten durch etwaige sich hier aufhaltende Bakterien, durch Sauerstoffmangel oder aus einer anderen Ursache bedingt war, wurde nicht festgestellt. Die Oxydasereaktion, auf einer oxydativen Indophenolblausynthese aus α -Naphthol und Dimethylparaphenylen-diamin beruhend, zeigte keine wesentlichen Unterschiede von in glycerinfreiem Medium gehaltenen Tieren. In schwächeren Konzentrationen als 1:450 zeigten die Colpidien keine Unterschiede von in den Kontrollversuchen gehaltenen Tieren.

Die Wirkung des Glycerins äußert sich hier im allgemeinen ähnlich wie bei den Trypanosomen. Auch hier zeigen die Kerne Auflockerung, was darauf schließen läßt, daß auch das nicht chromatische Caryoplasma geschädigt wird. Das Cytoplasma wird zu einer Art Ausfällung gebracht und tropfig entmischt (cavuliert) (7, 16, 20, 21). Die fettartigen Tröpfchen, die bei normalen Tieren fein im Plasma verteilt sind, treten, wie bei der Reaktion mit Sudan III deutlich zu sehen ist, zu großen Tropfen, besonders an der ovalen Seite des Tieres, zusammen, da die innere Strukturspannung aufgehoben ist. Auch bei den Colpidien zeigt es sich deutlich, daß einige „Partialfunktionen“ der Zellen graduell stärker geschädigt werden als andere. So ist z. B. die Funktion der Lokomotion wesentlich weniger affiziert als z. B. die der Vermehrung. Letztere ist in stärkeren Lösungen als 1:400 gänzlich sistiert. Dies ist wohl nur auf eine Störung des Stoffwechsels zurückzuführen, da die Teilung selbst, wie die Beobachtung von Tieren, bei denen diese schon eingesetzt hatte, zeigt, anscheinend ungestört verlief und die sich teilenden Individuen zum großen Teil resistenter als die nicht in Vermehrung begriffenen Tiere zu sein schienen. Auch hier starben weitaus die meisten Protozoen innerhalb eines bestimmten Abschnittes, während einige weniger resistent und andere bedeutend resistenter als die große Masse war. Solche Resistenzunterschiede hat schon v. PROWAZEK (21) bei Colpidien unter Zusatz von verschiedenen Giften, wie Chinin, Atropin, Strychnin u. a. gefunden, ferner BALBIANI bei *Paramaecium* (NaCl-Lösung) ZUELZER bei *Amoeba verrucosa* (Meerwasserzusatz). Auch hier dürfte die verschiedene Resistenz auf die Intensität des Stoffwechsels zurückzuführen sein, indem die Tiere mit dem geringsten Stoffwechsel am meisten resistent sind. Die sog. „sexuell reifen“ Tiere GIEMSA's und v. POWAZEK's, die gegen Chinin widerstandsfähiger sind, verdanken ihre Widerstandskraft vielleicht auch

nur dem stillstehenden Stoffwechsel, da sie ebenso wie die direkt in der Teilung befindlichen Tiere keine Nahrung mehr aufnehmen. Möglicherweise hängt hiermit auch eine Änderung des Colloidzustandes des Plasmas zusammen, welche die Teilungsformen gegen die rein physikalischen Wirkungen des Glycerins widerstandsfähiger macht. Die Vermehrungsfähigkeit selbst wird in stärkeren Konzentrationen jedoch bedeutend gestört, da der Stoffwechsel nur eben zum Leben genügt, nicht mehr aber für eine Fortpflanzung. Eine solche Störung des Stoffwechsels beobachtete auch v. WASSERMANN (33) bei Mäusekrebs, wo unter dem Einfluß radioaktiver Substanzen nur die Reproduktionskraft der Zellen geschädigt wurde, während diese selbst am Leben blieben. Ebenso fand HALBERSTÄDTER (8), daß Trypanosomen nach Radiumbestrahlung z. T. wohl beweglich, aber nicht mehr zu infizieren imstande waren, d. h. die Vermehrungsfähigkeit war unterbrochen. Auch MOLDOVAN (17) konnte feststellen, daß die Bewegungsfähigkeit durch Einwirkung von Giften weniger betroffen wurde als die Vermehrungsfähigkeit. Er untersuchte den Einfluß von Atoxyl und Salvarsan auf Trypanosomen und fand, daß je lebhafter der Stoffwechsel war, desto mehr Atoxyl aufgenommen wurde. In vitro, wo der Stoffwechsel außer bei Kulturbedingungen bedeutend reduziert ist, hatte in Übereinstimmung damit Atoxyl keine Wirkung auf die Parasiten.

Auffallend deutlich ist bei den Colpidien, weniger gut bei den Trypanosomen, zu sehen, wie eine ganz bestimmte Grenze vorhanden ist, von der ab die Glycerinlösung früher oder später für die Tiere tödlich wird, während eine auch nur unwesentlich schwächere auch auf die Dauer ohne Schaden ertragen wird.

Erwähnt sei hier nebenbei, daß Vorticellen mit Microgameten (Copulationszustand), die zufällig im Wasser sich befanden, nicht resistenter als normale Vorticellen waren. Ferner war *Glaucoma*, die sich nach GIEMSA und v. PROWAZEK gegen Chinin weniger widerstandsfähig erwies als Colpidium, gegen Glycerin resistenter als dieses.

Die Spirochäten oder Spironemaceen, *Borrelia (Spiroinema) recurrentis* aus Mäusen und *B. (Sp.) gallinarum* aus Reisvögeln wurden direkt im defibrinierten Blut untersucht. Als Lösungsmittel für das Glycerin wurde physiologische NaCl-Lösung benutzt. Diese Versuche waren aber schwierig zu kontrollieren, da die Spirochäten im noch durch Glycerinlösung verdünnten Blut äußerst schwer aufzufinden waren. In konzentriertem Glycerin und in sehr starken Lösungen starben die Parasiten sofort ab. Der kritische Punkt, an

dem nicht dauernde Schädigung stattfindet, konnte nicht genau ermittelt werden, doch lebten die Parasiten bei etwa $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ längere Zeit und bei $\frac{1}{80}$ über eine Stunde. Die Form der Spirochäten wird nicht deutlich verändert, bei einer Konzentration von 1:7 wurden nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde noch deutlich korkenzieherartige Formen mit der BURRI'schen Tuschemethode festgestellt. Nach UHLENHUTH und MULZER (32) ist *Treponema pallidum* (SCHAUD.), die Syphilisspirochäte bei Einwirkung von reinem Glycerin nach einer Stunde noch gut formerhalten, aber vollkommen unbeweglich. Die von diesen Autoren untersuchten Hühnerspirochäten lagen dann meist einzeln, waren unbeweglich, unregelmäßig gewunden und deutlich gekörnt.

Unsere Versuche sind nicht als durchaus einwandfrei zu bezeichnen, da, wie gesagt, die Kontrolle sehr schwierig war und keine Impfungen auf Versuchstiere vorgenommen wurden.

Die Bakterien, und zwar ein *Streptococcus* und ein stäbchenförmiger Bacillus, die aus Kulturen des Instituts stammten, vertrugen dagegen selbst reines Glycerin einige Tage lang sehr gut. Der Bacillus zeigte, nachdem er 48—72 Stunden in reinem Glycerin gelegen hatte (bei 6° C im Eisschrank), auf Agar in den Brutschrank (27°) gebracht, noch sehr starkes, rasenförmiges Wachstum und auch bei dem Streptococcus waren noch sehr zahlreiche stecknadelkopfgroße Kolonien vorhanden. Mit schwächeren Lösungen behandelte Bakterien zeigten keine Unterschiede von nicht mit Glycerin behandelten. Ein Glycerinzusatz begünstigt sogar oft das Wachstum der Bakterien, so ist nach WLADIMOROFF (34) ein Zusatz von Glycerin (4—5 Proz.) zu den Kulturmedien in hohem Grade günstig für das Wachstum, z. B. der Rotzbacillen, Diphtheriebacillen u. a. m. SEIFFERT (30) untersuchte die Einwirkung von Glycerin auf verschiedene Bakterien und zwar auf *Bacterium coli*, Mäusetyphus, Dysenterie Shiga, *Bac. pyocyaneus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus*, Hühnercholera, Diphtherie, Milzbrand und *Bac. subtilis*. Er ließ das Glycerin bis 45 Tage bei verschiedener Temperatur auf die Bakterien einwirken und fand, daß bei 0° C nur Streptococcus in 30 Tagen abstarb, bei 6° C war *Bac. pyocyaneus* in 9 Tagen, Dys. Shiga in 13—17 Tagen und Streptococcus in 30 Tagen tot; bei 10° C starben alle in stärkerer Konzentration außer Hühnercholera, *Bact. coli*, *Staphylococcus aureus*, Milzbrand und *Bac. subtilis*; bei 22° C und 37° C starben alle innerhalb 45 Tagen mit Ausnahme des Milzbrandbacillus und *B. subtilis*.

Von Pflanzenzellen wurde eine Spirogyraart untersucht. Im unverdünnten Glycerin schrumpften die Zellen sofort gänzlich. Sie

waren selbst plattgedrückt und knickten leicht ein, da durch die Flüssigkeitsentziehung der innere Druck aufgehoben war. Auch in starken Konzentrationen traten analoge Erscheinungen auf. Das Plasma hatte sich in den Zellen oft in zwei, seltener in mehrere Stücke zusammengezogen. In Verdünnungen von etwa 1:30 an zeigten die meisten Zellen langsamere Plasmolyse und nach 48 Stunden war auch bei dieser Konzentration alles geschrumpft, die Kerne traten deutlich hervor und schienen aufgelockert zu sein. Bei einer Konzentration von 1:50 war die Plasmolyse bei manchen Zellen reversibel. Auch hier war die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Zellindividuen sehr verschieden, so zeitigte das Glycerin von dieser Konzentration an aufwärts bei manchen Zellen bei langsamer Einwirkung keine sichtbare Wirkung. Schwächere Lösungen verursachten meist reversible Plasmolysen, doch blieb stets eine Anzahl von Zellen plasmolysiert. Bei langsamer Einwirkung riefen Konzentrationen, die bei plötzlichem Glycerinzusatz zum Wassertropfen Plasmolyse bedingten, oft keine oder bedeutend geringere Plasmolyse hervor.

Zellen einer *Characee* verhielten sich im großen ganzen ebenso, nur waren sie resistenter, was wohl auf den engen Zusammenhang mit den anderen Zellen zurückzuführen ist, da bei Isolierung einzelner Zellen Plasmolyse schon durch bloßen Druck hervorgerufen werden kann und daher nur mehrere vereinigt untersucht wurden.

Die Wirkung des Glycerins ist, wenn auch im einzelnen abweichend, doch bei der Mehrzahl der untersuchten Organismen im großen ganzen gleich. Durch reines Glycerin werden sie fixiert, da ihnen sofort alle Flüssigkeit entzogen wird und dadurch das Plasma total koaguliert. Bei nicht zu schwachen Glycerinlösungen wird dem Plasma ebenfalls, nur langsamer, die Flüssigkeit entzogen. Dabei findet eine Entmischung in Form von Cavulation statt. Durch die Aufhebung der inneren Strukturspannung tritt oft eine Veränderung der Form ein. Von den Funktionen der Zelle wird in stärkeren Konzentrationen zuerst die Vermehrungsfähigkeit behindert, während die Bewegungsfähigkeit noch sehr lange erhalten bleibt. Hauptsächlich wird das nicht chromatische Material der Zellen geschädigt, die Chromatinteile selbst zeigen keine Veränderung ihrer Form. Die individuelle Resistenzverschiedenheit ist wohl durch die Intensität des Stoffwechsels zu erklären, worauf schon v. PROWAZEK (21) und MOLDOVAN (16) hingewiesen haben. So erklärt sich auch die relativ etwas größere Resistenz der in Teilung befindlichen bzw. kurz vor der Teilung stehenden Tiere, da ihre Nahrungsaufnahme

wohl fast ganz eingestellt ist. Eine schwache Glycerinlösung kann bei Colpidien als Anreiz zur Erhöhung der Assimilation dienen und dadurch auch die Teilungsrate vergrößern.

Abweichend von der Mehrzahl der Organismen verhielten sich nur die Bakterien und die meisten filtrierbaren Virusarten. Das chromatische Material der Kerne wird durch die flüssigkeitsentziehende Wirkung des Glycerins nicht berührt. Das Bakterienplasma sowie das Chromatin ist nach der ERIKSON'schen Theorie der zwei Plasmaarten, auf die MERESCHOWSKY (15) die Lehre von Symbiose des Mykoplasmas und Amöboplasmas als Ursache der Entwicklung des höheren Lebens aufgebaut hat, als Mykoplasma wesentlich verschieden von dem Amöboplasma und besonders durch seine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Schädlichkeiten ausgezeichnet. Die Unterschiede der beiden letzten Plasmen hat MERESCHOWSKY eingehend zusammengestellt.

Da nun die meisten filtrierbaren Vira gegen Glycerin nahezu unempfindlich sind, so liegt es nahe, daß sie in dieser Hinsicht auch im wesentlichen mykoplasmatischer Natur sind und zwar wohl vorwiegend aus Chromatin bestehen. Die einzigen ganz mykoplasmatischen Lebewesen sind die Bakterien und z. T. die Pilze. Es ist nun sehr unwahrscheinlich, daß die glycerinfesten filtrierbaren Organismen mykoplasmatisch sind. Wahrscheinlich ist bei ihnen das Cytoplasma (Amöboplasma) durch den intensiven, meist intracellulären Parasitismus (Symbiose) zurückgebildet, worauf auch v. PROWAZEK (19, 27) aufmerksam macht, indem die Funktionen des ursprünglichen Zellplasmas von der Wirtszelle übernommen ist. Daß solch eine intensive Symbiose zwischen Parasit und Wirtszelle vorkommen kann, ist auch durch SIEDLECKI's Angaben über das *Coccidium Caryotropha mesnili* bewiesen. Nach diesem Autor steht bei dem hoch differenzierten Protozoon in dem Coelomzellen von *Polymnia nebulosa* der Kern mit dem Cytoplasma der Wirtszelle in unmittelbarer Beziehung und nimmt wahrscheinlich direkt Nahrungsstoffe aus diesem auf. Für eine innige Verbindung der Elementarkörperchen der Chlamydozoa mit der Wirtszelle spricht nach v. PROWAZEK (24) auch die Dauermodifikation, nach der aus den Variolaerregern durch Symbiose mit Bovidenzellen neue dauernde Eigenschaften, nämlich die der Vaccine erworben werden.

Literaturverzeichnis.

- 1 ANSCHÜTZ (1910): Untersuchungen über direkte Einwirkung des Chinins und Methylenblaus auf Protozoen. Centralbl. f. Bakt., Abb. I Orig., Bd. 54.
- 2 DEGEN (1905): Untersuchungen über die kontraktile Vacuole. Bot. Ztg. Bd. 63.
- 3 EHRLICH (1909): Beiträge zur experimentellen Pathologie und Chemotherapie.
- 4 — (1909): Über die neuesten Ergebnisse auf dem Gebiete der Trypanosomenforschung. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Beiheft 13.
- 5 — (1909): Über Partialfunktionen der Zelle. Münch. med. Wochenschr. Heft 5.
- 6 GARBOWSKI (1907): Gestaltsänderung und Plasmoptyse. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.
- 7 GIEMSA u. v. PROWAZEK (1908): Wirkung des Chinins auf die Protistenzelle. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Beiheft.
- 8 HALBERSTÄDTHER (1914): Experimentelle Untersuchungen über die biologische Strahlenwirkung. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 6.
- 9 HEINZ (1905): Handbuch der experimentellen Pathologie und Pharmakologie, Bd. I, Jena.
- 10 HÖBER (1911): Physikalische Chemie der Zelle. 3. Aufl. Leipzig.
- 11 LEPESCHKIN (1910): Zur Kenntnis der Plasmamembran. Ber. D. Bot. Ges. 28 Nr. 15 u. 53.
- 12 — (1913): Über die kolloidchemische Beschaffenheit der lebenden Substanz. Kolloid. Zeitschr. Bd. 13.
- 13 LIPSCHÜTZ, B. (1913): Filtrierbare Krankheitserreger in KOLLE-WASSERMANN. Hdb. d. pathog. Mikroorganismen 2. Aufl. Bd. VIII. Jena.
- 14 LOEB, J. (1914): Über die paradoxe Verkürzung der Lebensdauer befruchteter Eier in abnormen Salzlösungen durch Verringerung der Giftigkeit der Lösung. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org. Bd. 40.
- 15 MERESCHOWSKY (1910): Theorie der zwei Plasmaarten usw. Biol. Centralbl. Bd. 30.
- 16 MOLDOVAN (1912): Untersuchungen über die Wirkungsweise des Chinins. Biochem. Zeitschr. Bd. 47.
- 17 — (1914): Über die Wirkungsart des Atoxyls, Salvarsans und des Meerschweinchen-serums bei der experimentellen Naganainfektion. Zeitschr. f. exper. Therapie Bd. 21 T. 1 Orig.
- 18 PFEFFER (1897): Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Bd. 1.
- 19 v. PROWAZEK (1907): Chlamydozoa. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- 20 — (1909): Studien zur Biologie der Zellen. Biol. Centralbl. Bd. 29.
- 21 — (1910): Giftwirkung und Protoplasma. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.
- 22 — (1910): Studien zur Biologie der Protozoen V, 3. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.
- 23 — (1910): Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig.
- 24 — (1912): Hdb. path. Protozoen Bd. I. (vgl. hier auch MARESCH, LIPSCHÜTZ usw. Chlamydozoa).
- 25 — (1913): Studien zur Biologie d. Protozoen VI. Arch. f. Protistenk. Bd. 31.
- 26 RUHLAND (1913): Kolloidchem. Plasmastudien. Zeitschr. f. Chemie u. Industrie d. Kolloide Bd. 12.
- 27 — (1913): Zur chemischen Organisation der Zelle. Biol. Centralbl. Bd. 33.
- 28 SAND (1901): Action thérapeutique de l'arsenic, de la quinine usw. Brüssel.

- 29 SCHILLING und RONDONI (1913): Über Trypanosomentoxine u. Immunität. Zeitschr. f. Immunitätsforschung u. exper. Therapie Bd. 18.
- 30 SEIFFERT (1914): Die Abtötung pathogener Keime unter Glycerinbehandlung. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 74.
- 31 STEMPELL (1914): Über die Funktion der pulsierenden Vacuole. Zool. Jahrb. Abt. allg. Zool. u. Phys. Bd. 34.
- 32 UHLENHUTH u. MULZER (1913): Beiträge z. exp. Pathologie u. Therapie d. Syphilis. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 44.
- 33 v. WASSERMANN (1914): Analyse d. Wirkung radioaktiver Substanzen auf Mäusekrebs. Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 11.
- 34 WLADIMIROFF (1903): Rotz usw. in KOLLE-WASSERMANN. Hdb. path. Mikroorg. 1. Aufl. Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.
Direktor: Obermedizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

Die schwarzen Sporen („black spores“) bei der Malariainfektion im Mückenkörper.

Von

S. L. Brug.

(Stabsarzt der Niederländisch Ost-Indischen Armee.)

(Hierzu 6 Textfiguren.)

Material.

Beim Studium der Entwicklung, welche der Erreger der Vogel-malaria (*Plasmodium praecox*) in der Mücke (*Culex pipiens*) erleidet, hatte ich das Glück einen Proteosomastamm zu finden, welcher sich für das Studium der „black spores“ als besonders geeignet erwies. Wenn ich die Mücken 15 bis 25 Tage nach dem Saugen tötete, besaß etwa jede vierte Mücke schwarze Sporen in den Magencysten,

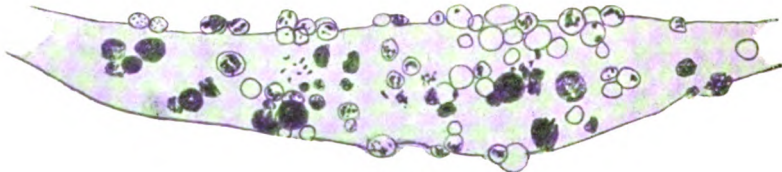


Fig. 1.

casu quo in den Resten denselben. In einigen Fällen war der Magen ganz mit schwarzen Sporen und schwarzen Cysten übersät. Einen mit schwarzen Cysten am stärksten infizierten Magen zeigt Textfigur 1.

In dieser sind nur diejenigen Cysten abgebildet, welche sich auf der oberen Fläche des Magens befinden. Im ganzen waren an diesem Magen 130 Cysten, wovon 102 mehr oder weniger mit schwarzen Sporen erfüllt waren. Die folgenden Beobachtungen beziehen sich also auf die schwarzen Sporen in Proteosomacysten in *Culex pipiens*. Die sehr große Ähnlichkeit des Lebenscyclus von Proteosoma und dessen schwarzen Sporen im *Culex pipiens* mit dem des Plasmodium und dessen schwarzen Sporen in den Anophelinen, berechtigt meine Schlüsse auch auf die schwarzen Sporen zu übertragen, welche bei der Plasmodiuminfektion der Mücke auftreten.

Eigenschaften und Natur der schwarzen Sporen.

Nachdem der Entdecker der schwarzen Sporen, Ross, zur Erkenntnis kam, daß dieselben keine Rolle im Cyclus der Malaria-parasiten spielen, haben dieselben in der Folge nur wenig das Interesse der Forscher erregt. Ross hielt sie für degenerierte Sporozoiten. Über die Natur der schwarzen Sporen ist seither meines Wissens wenig diskutiert worden. In neuester Zeit hat Noë sich dahin ausgesprochen, daß die schwarzen Sporen Parasiten der Malariacysten sind. Leider war seine Arbeit mir weder im Original, noch im Referat zugänglich, und kann ich deshalb seine Gründe nicht beurteilen.

Die Eigenschaften der schwarzen Sporen, wie sie sich bei einfacher Betrachtung zeigen, und das Ergebnis einiger Experimente mit denselben, haben mich zu der Überzeugung geführt, daß die Black spores Chitingebilde sind. Ich habe nichts gefunden, was gegen diese Auffassung spricht, sogar manches, was sie stützt. In letzterer Hinsicht möchte ich folgendes hervorheben:

1. Die Farbe. Es kommen alle Nuancen vor zwischen bräunlich gelb, gelbbraun, braun und schwarz.

2. Die Tatsache, daß die schwarzen Sporen im Insektenkörper gebildet werden.

3. Die Konsistenz. Wiederholt habe ich an einer Cyste, welche bei schwacher Vergrößerung als eine ganz schwarze Kugel erscheint, folgendes beobachten können.

a) Die schwarze Cyste läßt sich, wie Dr. MARTIN MAYER es mir zeigte, unterm Präpariermikroskop ziemlich leicht und ohne verletzt zu werden mit einer Nadel vom Magen abpräparieren.

b) Dieselbe läßt sich ohne Verletzung und Formänderung von

dem einen Objektträger resp. aus dem einen Tropfen in den anderen übertragen.

c) Es ist eine ziemlich große Kraft nötig, um eine ganz schwarze Cyste zu zerdrücken.

d) Nach dem Zerdrücken sieht man eine Menge „Scherben“.

(Auf diese Zerdrückungsversuche komme ich später unter 6. zurück.)

Offenbar besitzen also diese ganz schwarzen Cysten eine starke Konsistenz. Sie sind sehr hart.

4. Unlöslichkeit in 10% KOH. Ein ganzer Mückenmagen mit schwarzen Sporen, deren Lage notiert war, wurde 24 Stunden bei 37° in 10% KOH belassen. Die „Sporen“ blassen etwas ab, die schwarzen werden gelbbraun, aber sie lösen sich nicht. Das Präparat wurde in KOH von 10% mit Deckglaskitt eingeschlossen. Nach 2 Monaten (bei Zimmertemperatur) sind die Sporen noch etwas blasser geworden, aber keine hat sich gelöst.

5. RUGE (in KOLLE und WASSERMANN, Handbuch der path. Mikroorganismen) gibt an, daß die schwarzen Sporen in physiologischer Kochsalzlösung anderthalb Jahre und länger unverändert bleiben.

6. Die Morphologie der schwarzen Sporen oder genauer einiger schwarzen Cysten.

In einigen Fällen wenigstens sind diese Cysten gar keine mit „Sporen“ gefüllte Hohlkugeln sondern dasjenige, was als Sporenhalt imponiert, ist nur die Struktur der Cystenwand.

Man erkennt diese Verhältnisse am besten an einer isolierten und dann zerdrückten Cyste. Der Versuch, eine derartige Cyste zu zerdrücken, gab mir Resultate, welche mir besonders einleuchtend erschienen für die Beurteilung der Natur der schwarzen Sporen und ich möchte etwas näher darauf eingehen.

Der Gedanke die Cyste zu zerdrücken ist bei mir rege geworden, als ich zum Studium der Sporoziten die dieselben enthaltenden, reifen Magencysten zerdrückte. Bekanntlich sieht man dann die Sporen austreten und das Gesichtsfeld wird von denselben überschwemmt. Als ich nun black spores isoliert sehen wollte, habe ich eine tiefschwarze Cyste vom Mückenmagen abpräpariert, sie dann in einen Tropfen Formol 2% gebracht, das Deckglas aufgelegt, und habe dann mit einer Präpariernadel die Cyste zu zerdrücken versucht. Das gelang mir aber nicht. Nur wenn ich den Stiel der Nadel senkrecht auf das Deckglas setzte und kräftig drückte, gelang es mir.

Die Cyste zerbrach im ersten Versuch in drei große Stücke. Eins derselben ist in Textfigur 2 abgebildet.

Einzelne umherschwimmende Sporen gab es in dem ganzen Präparate nicht. Die Figur gibt vielmehr den Eindruck eines gequetschten Stückes einer zerbrochenen Eierschale wieder. Besonders auf den feinen Riß bei a möchte ich aufmerksam machen. Dieser Riß durchschneidet drei „Sporen“. Diese Sporen sind übrigens in ihrer gegenseitigen Lage unverändert geblieben. Wenn das wirklich gesonderte Sporen gewesen wären, würde man vielmehr erwarten, daß der Druck auf das Deckglas sie auseinander getrieben hätte. So wie sie jetzt aussehen, ist es viel wahrscheinlicher, daß die „Sporen“ nur Rillen in der Cystenwand sind. In dieser Hinsicht möchte ich noch auf die feinen schwarzen Punkte hinweisen, die man dort sieht, wo die „Sporenwand“ durch den Riß durchtrennt ist.



Fig. 2.



Fig. 3.

Gewiß gibt es auch schwarze Cysten, in denen das über die Struktur soeben Gesagte nicht stimmt. Das Bild dieser Cysten ruft den Eindruck hervor, als ob wirklich eine mit Sporen gefüllte Hohlkugel zerbrochen wäre. In Textfigur 3 (gezeichnet nach einem Präparate, welches Prof. FÜLLEBORN mir gütigst zur Verfügung stellte) ist außerhalb der schwarzen Sporen noch eine Art gefaltete Lamelle sichtbar, welche noch eine Spore enthält, im übrigen aber eine Struktur zeigt, die derjenigen der zerdrückten Cyste von Textfigur 12 sehr ähnlich ist. Ist dieses Gebilde (das in Wirklichkeit braun gefärbt ist) vielleicht die chitinöse zusammengefallene Cystenwand?

Alle die genannten Eigenschaften der schwarzen Sporen können meines Erachtens nach nur in der Weise befriedigend erklärt werden, wenn man annimmt, daß sie aus Chitin bestehen. Findet man im Insektenkörper etwas, was braun oder schwarz aussieht, was beim

Präparieren hart erscheint, was sich nicht in KOH löst, so nimmt man ohne weiteres an: es besteht aus Chitin.

Ich habe versucht, die Chitinnatur durch weitere „Chitinreaktionen“ zu beweisen. Die gewöhnlichen Chitinreaktionen sind Farbenreaktionen und deshalb müssen die Sporen erst gebleicht werden. Das Bleichen gelang mir tatsächlich, nachdem ein mit schwarzen Sporen besetzter Magen etwa 18 Stunden in folgender Lösung belassen war:

Chromsäure 1 %	70
Salpetersäure	3
Wasser	200

Der ganze Magen wurde in dieser Lösung chromgelb; schwarze Sporen waren nicht mehr zu erkennen, auch die gelbe Farbe ließ sich nicht mehr durch Waschen mit Wasser beseitigen. Jetzt galt es die schwarzen Sporen durch Chitinreaktionen wieder zum Vorschein zu bringen. Ich wählte hierzu die Anilinchlorhydrat-Kaliumbichromatprobe. Stundenlang wird das Präparat abwechselnd 4 Minuten in 10 % Anilinchlorhydratlösung und 4 Minuten in 10 % Kaliumbichromatlösung gebracht. Bei jedesmaligem Wechsel der Lösung wird zuerst tüchtig ausgewaschen. Jetzt wird der ganze Magen nach und nach schwarz. Von einem Wiedererkennen der Sporen während dieser Prozedur ist keine Rede.

Andere Chitinreaktionen habe ich nicht bei den schwarzen Sporen angewendet. Die Jodprobe und die Pyrogallussäureprobe gaben mir in meinen Vorversuchen allzuschlechte Resultate:

Ein fast farbloses Stück Chitin vom Culexabdomen wird von den Schuppen befreit, auf einen Objektträger geklebt, und eine Stunde mit KOH 10 % behandelt, dann wird die Kalilauge abgewaschen und das Präparat mit folgender Mischung übergossen:

Chlorzinklösung 33 % 10 ccm.

Konzentrierte Jodjodkaliumlösung 5 Tropfen

und derart 24 Stunden in einer feuchten Kammer belassen. Es tritt keine Farbenreaktion ein.

Ein ebenso aufgeklebtes Stück Chitin vom Culexabdomen wird mit alkoholischer 10 % iger Pyrogallussäurelösung übergossen. Nach 5 Stunden ist keine Farbenreaktion eingetreten.

Ich habe aus diesen Versuchen den Eindruck bekommen, daß die Chitinreaktionen (ausgenommen die Unlöslichkeit in KOH) nicht für jedes Chitin taugen, wenigstens für das Mückenchitin nicht und infolgedessen ungeeignet sind, die Entscheidung zu treffen, ob die schwarzen Sporen wirklich aus Chitin bestehen.

Obgleich mir die Gründe unbekannt geblieben sind, aus denen NOÉ folgert, daß die „black spores“ Hyperparasiten der Malaria-cysten sind, so möchte ich doch einige Tatsachen anführen, welche mir die Hypothese des Hyperparasitismus zu widersprechen scheinen:

1. Die Härte einer intakten Cyste, die zwar nicht in allen Fällen, aber doch des öfteren zu beobachten ist.

2. Das Unverändertbleiben in physiologischer Kochsalzlösung während einer Dauer von anderthalb Jahren und mehr.

3. Stellt sich beim Zerdrücken der schwarzen Cyste heraus, daß bisweilen an der unversehrten Cyste dasjenige, was als Spore aussieht, nichts anderes ist als die gerillte Struktur der Cystenwand.

4. Man findet bisweilen „black spores“, welche genau Sporozoitenstruktur haben. NEUMANN und MAYER bilden in ihrem Atlas der tierischen Parasiten (Verlag LEHMANN) einen derartigen Fall ab. In dem ziemlich großen Material, welches mir zur Verfügung stand, habe ich nur einmal eine derartige Cyste gefunden. Es sieht aus, als ob die Cyste mit gelbbraunen Sporozoiten gefüllt wäre.

Bildung der schwarzen Sporen.

Über die Art und Weise, wie die Chitinbildung in den Malaria-cysten, welche zur Ausbildung der schwarzen Sporen führt, vor sich geht, kann ich nur Hypothetisches aufstellen.

Das Chitin wird im Mückenkörper gebildet. Fast sicher ist es wohl, daß es auch durch die Mücke gebildet wird; und daß in unserem Fall die Bildung eine Reaktion der Mücke auf die Anwesenheit der Malariaparasiten in ihrem Körper ist. Unsere Kenntnisse von der allgemeinen Pathologie und Pathologischen Anatomie der Mücke sind noch sehr gering. Wie mir Dr. MARTIN MAYER persönlich mitteilte, hat Prof. FÜLLEBORN bisweilen Filarialarven in der Mücke in Chitin abgekapselt gefunden. Das würde ein Analogon liefern.

CHRISTOPHERS und STEPHENS fanden bisweilen schwarze Sporen in den Speicheldrüsen der Mücke, wenn diese mit Sporozoiten infiziert waren. Ich persönlich habe das niemals gesehen.

Ectodermales Gewebe, das zur Bildung des Chitins nötig ist, liegt in nächster Nähe der Cyste in der Form von Tracheen. Die feinere Beziehung der Tracheen zu den Cysten habe ich nicht ermitteln können.

Die Bildungszeit der schwarzen Sporen fängt mit der Reifung

der Sporozoiten an. Denkbar ist, daß das Sprengen oder Einreißen der Cysten den Reiz bildet zur Chitinisierung der Cysten oder deren Inhalt, ebenso wie die Sprengung der Teilungsformen im Menschenkörper den Fieberanfall (bei *Malaria tertiana* und *quartana*) verursacht.

Interessant ist es, daß der Proteosomastamm, womit ich arbeite, sich in doppelter Hinsicht von der Regel unterschied. Es bestand bei ihm:

1. Große Pathogenität für die Kanarienvögel. Fast alle Vögel starben auf der Höhe der Infektion.

2. Starke Bildung von schwarzen Sporen in den Mücken. In etwa jeder vierten Mücke waren schwarze Sporen zu finden.

Zu entscheiden in wie weit ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Eigenschaften besteht, möge späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Es ist möglich, daß größere Virulenz für die Vögel Hand in Hand geht mit der größeren Virulenz für die Mücken und stärkerer Reaktion des Mückenkörpers auf die Anwesenheit der Parasiten.

Die Morphologie der schwarzen Sporen.

Die schwarzen Sporen wurden von mir in folgenden Formen beobachtet.

1. Die am meisten vorkommende Form ist diejenige einer gekrümmten Wurst. Aber oft findet man auch mehr oder weniger S-förmige Krümmung (Textfigur 3 und 4).

2. Viel seltener zeigen die schwarzen Sporen Form, Größe und Anordnung von Sporozoiten.

3. Kommen große schwarze oder braunschwarze Kugeln vor (Textfigur 4).



Fig. 4.



Fig. 5.

4. Treten kleine, meist runde, auch längliche schwarze Körperchen auf. In einer Mücke fand ich mehrere Cysten, welche nur diese Form der schwarzen Sporen aufwiesen (Textfigur 5).

5. Nur die Cystenwand ist chitiniert und die Rillen derselben täuschen Sporen vor (Textfigur 2).

6. Ganz schwarze Cysten, in denen gar keine Struktur zu erkennen ist.

Es ist mir aufgefallen, daß in den Cysten, die nur mäßig mit schwarzen Sporen gefüllt sind, die Sporen immer an der Cystenwand liegen. Stellt man mit der Mikrometerschraube auf verschiedene Höhen ein, so kann man diese Verhältnisse genau feststellen. Stellt man scharf auf die Cystenwand ein (also auf den größten Durchmesser, auf den Äquator der Cyste), dann sieht man nur die schwarzen Sporen scharf, die an der eingestellten Cystenwand sich befinden, nie findet man solche im Zentrum (Textfigur 6).



Fig. 6. Dieselbe Cyste mit schwarzen Sporen bei verschiedener Einstellung.

Textfigur 6 A gibt einen optischen Durchschnitt durch eine Cyste, in welcher die schwarzen Sporen deutlich an der Peripherie liegen. Das zeigt sich hier außergewöhnlich klar, weil im oberen und unteren Teile der Cyste nur sehr wenige und sehr kleine Sporen liegen (Textfigur 6 B und C).

Einige Male habe ich beobachten können, daß sich auch Gas in Cysteninnern befinden kann: Eine noch nicht ganz schwarze Cyste wurde unterm Präpariermikroskop vom Magen losgerissen und in einen Tropfen Glycerin gebracht. Unter steter Beobachtung der Cyste wurde ein Deckglas auf den Tropfen gelegt. Sobald das Deckglas auf dem Objektträger lag, sah ich aus der Cyste eine Gasblase austreten, welche etwas kleiner war als die Cyste. Machte ich nun den Versuch mit einer neuen Cyste, so trat wieder eine Gasblase hervor, aber viel kleiner als das erste Mal.

Versuch die Morphologie der schwarzen Sporen in Einklang zu bringen mit der Hypothese dieselben seien chitinierte Cysten oder Cysteninhalt.

In allerdings etwas spekulativer Weise lassen sich die verschiedenen Formen der schwarzen Sporen auf die Struktur des Cysteninhaltes zurückführen

ad Form 2. Die schwarzen Sporen, welche Sporozoitenform zeigen, unterscheiden sich von dem normalen Inhalt der reifen Cyste die von den Sporozoiten sichtbar nur durch ihre Farbe. Demzufolge kann man annehmen, daß sie aus Sporozoiten entstanden sind, indem diese chitiniert werden.

ad Form 1. Dickere wurstförmige und S-förmige schwarze Sporen. Diese Form ist schwieriger zu erklären. Es ist denkbar, daß in diesem Falle die meisten Sporozoiten die Cyste schon verlassen haben, und eine größere oder kleinere Anzahl zurückgebliebener Sporozoiten mit einer dicken Chitinschicht überzogen ist. Die Länge dieser schwarzen Sporen kommt derjenigen der Sporozoiten etwa gleich. Wenn ich mich nicht irre ¹⁾ behauptet Grassi in derartigen schwarzen Sporen auch die Sporozoiten gesehen zu haben.

ad Form 3. Die großen Kugeln könnten chitinierte Restkörper sein.

ad Form 4. Die kleinen schwarzen Körperchen könnten auseinander gefallene und später chitinierte Restkörper sein.

ad Form 5. Die Rillen in der chitinösen Cystenwand sind als kurze Septa zu betrachten, welche dadurch entstanden sind, daß die Chitinisierung schon anfängt, während der Cysteninhalt sich noch im Knäuelstadium befindet.

Es würde aus dem Vorhergesagten hervorgehen, daß die Form, welche die schwarzen Sporen erhalten haben, abhängig ist von dem Augenblicke, in welchem die Chitinisierung einsetzt. Die verschiedenen Formen würden sich darin bilden, je nachdem die Chitinisierung anfängt:

- noch bevor die Sporozoiten ausgebildet sind: Form 5;
- wenn die Cyste noch voll mit Sporozoiten ist: Form 2;
- wenn nur noch wenige Sporozoiten in der Cyste sind: Form 1;
- wenn die Restkörper sich gebildet haben: Form 3;
- wenn die Restkörper auseinander gefallen sind: Form 4.

Nomenklatur.

Ich habe in dieser Arbeit noch den Namen „Schwarze Sporen“ beibehalten, weil es mir logisch erscheint, zuerst die Gründe anzugeben, weshalb es keine Sporen sondern Chitingebilde sind; später möchte ich einen neuen Namen vorschlagen. Es handelt sich hier nicht um eine zoologische Species, und deshalb sind wir nicht gezwungen unsinnige Namen beizubehalten. Da kein Grund vorhanden

¹⁾ Literatur steht mir momentan gar nicht zu Gebote.

ist, ein Gebilde, welches nicht nur schwarz, sondern auch braun resp. braungelb sein kann, welches überdies keine Spore ist „schwarze Spore“ zu nennen, so möchte ich den Namen „Chitinkörperchen“ vorschlagen.

Zusammenfassung.

Tatsächliches. Die physikalischen, chemischen und morphologischen Eigenschaften der „black spores“ machen es höchstwahrscheinlich, daß dieselben Chitingebilde sind. Diese Annahme ergibt sich aus ihren Eigenschaften. Die schwarzen Sporen besitzen keine Eigenschaften, welche mit dieser Annahme in Widerspruch stehen. Und so werden die schwarzen Sporen besser „Chitinkörperchen“ bezeichnet.

Hypothetisches. Das Einreißen der Cystenwand bildet für die Mücken den Reiz zur Chitinisierung des Cysteninhaltes. Der Augenblick, in dem die Chitinisierung beginnt, bestimmt die Form der zu bildenden Chitinkörperchen.

Zum Schluß noch meinen herzlichen Dank an alle die Herren, die mir im Institut für Tropenkrankheiten bei meiner Arbeit geholfen haben.

Oosterwijk, Dezember 1914.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über neue Arten und Membranverkieselung bei *Meringosphaera*.

(Ergebnisse der vom „Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien“ unternommenen Fahrten.
Nr. 6 der botan. Publikationen.)

Von
J. Schiller, Wien.

(Hierzu 9 Textfiguren.)

HENSEN (1) fand bei seinen Planktonuntersuchungen in der Ostsee bei Kiel in der Mitte der achtziger Jahre einen rätselhaften Organismus, den LOHMANN (2) 1903 *Meringosphaera baltica* nannte, dessen systematische Stellung heute noch unbekannt ist. LOHMANN meint l. c. p. 68, daß die Zelle nach der HENSEN'schen Abbildung ungefähr $30\ \mu$ groß gewesen sein muß. Ihre Farbe war gelb und allseitig entsprangen von ihr zahlreiche — in der Abbildung sind 23 zu zählen — Borsten, die in sehr eigentümlicher Weise gewunden und mehr als körperlang waren.

Diese Zellen erbeutete HENSEN mittels der damals neuen Methode der Micromembranfilter und er gibt sie als nicht gerade selten an.

An diese HENSEN'sche Zelle erinnerte sich LOHMANN bei seinen Planktonuntersuchungen in der Straße von Messina, als er einen sehr ähnlichen Organismus im Filterrückstande auffand (Fig. 1, 2), den er *Meringosphaera mediterranea* nannte.¹⁾

Die um vieles kleinere Zelle, deren Durchmesser nur $6,5\ \mu$ betrug, besitzt nur 7—9 sehr viel längere Schwebborsten, die aber in dem

¹⁾ Die Publikationen LOHMANN's sind schwer zugänglich, daher dürfte die Wiedergabe seiner Abbildungen gerechtfertigt sein.

wellig gebogenen Verläufe mit der HENSEN'schen Zelle ein sehr charakteristisches Merkmal gemeinsam haben. Wichtig für die Beurteilung der systematischen Zugehörigkeit der Form war LOHMANN's Beobachtung von vier schalenförmigen wandständigen Chromatophoren, an denen er stark lichtbrechende Körnchen sah. Ein Kern scheint nicht beobachtet zu sein. Welche Bewandnis es mit der die Zelle in Fig. 1 umgebenden flockigen blassen Hüllmasse hat, konnte der Autor nicht aufklären, sah sie auch nur einmal, so

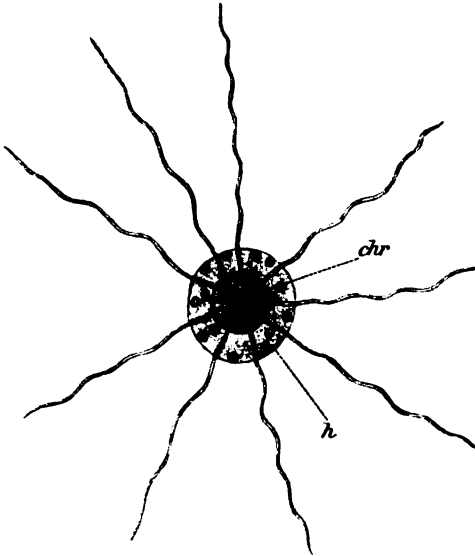


Fig. 1.

Fig. 1. *Meringosphaera mediterranea* LOHM. chr = Chromatophoren, h = feine Hüllmasse. Nach LOHMANN, Mittelmeer, Messina.

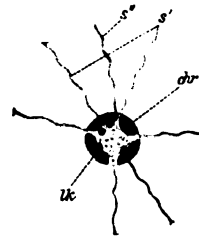


Fig. 2.

Fig. 2. *Meringosphaera mediterranea* LOHM. lk stark lichtbrechende Körper. s' dem Beschauer zugekehrte, s'' dem Beschauer abgewandte Borsten. Mittelmeer, Messina.

daß er die Masse vermutungsweise mit einem pathologischen Prozesse in Zusammenhang bringt. Die Form trat vom Oktober bis März im Oberflächenwasser auf.

Als LOHMANN (4) die besprochene *Meringosphaera* auch bei Kiel in der Ostsee fand, stellte er die Übereinstimmung der *M. baltica* mit *M. mediterraneu* (4, l. c. p. 256) fest.

Sonst ist über diesen Protophyten weder durch seinen Entdecker noch meines Wissens von anderer Seite eine Mitteilung erfolgt.

Ebenfalls bei Messina vom Januar bis März fand derselbe Autor

bei seinen oben erwähnten Untersuchungen einen zweiten Protophyten analoger Organisation: *Meringosphaera divergens* (Fig. 3).

Diese weit seltenere Art besitzt gleichfalls eine kuglige $7\ \mu$ große Zelle mit drei grünen, schalenförmigen, wandständigen Chromatophoren. Die zwölf langen, schwach gebogenen Borsten sind von dem einen Pole abgewandt und divergieren. Sechs Borsten entspringen von dem den Borsten abgewandten Pole, die übrigen dicht vor dem anderen Pole.

In biologischer Beziehung ist hervorzuheben, daß *M. mediterranea* und *M. divergens* nahe der Oberfläche etwa bis zu 5 m Tiefe leben.

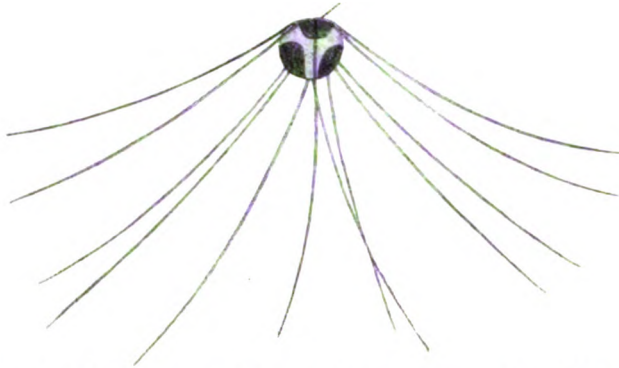


Fig. 3. *Meringosphaera divergens* LOHM. Vergr. ber. ca. 1100 $\times$.
Mittelmeer, Messina.

Noch eine dritte Art glaubte LOHMANN bei Messina gefunden zu haben, *Meringosphaera hydroidea*. Ihre Zelle mißt nur $3,5\ \mu$ und trägt sieben wellig gebogene lange Fortsätze, die sämtlich von dem einen Pole der Zelle entspringen und vor demselben nach allen Seiten, aber fast in einer Ebene divergieren.

Durch GRAN wurde die letztere Form als eine Coccolithophoride bei seinen Untersuchungen auf dem „Michael Sars“ 1910 im Atlantischen Ozean erkannt. GRAN bemerkte nämlich an der kugligen Schale der Zelle Verdickungen, die aus Kalk bestehen und Coccolithen darstellen. Ebenso bestehen die sieben Fortsätze aus Kalk, sie sind starr, wellig und zeigen eine Reihe knotenartiger Verdickungen, so daß jeder Knoten einem Coccolithen entsprechen wird (s. LOHMANN, Beitr. z. Charakt. des Tier- und Pflanzenlebens in d. v. d. „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos-Aires durchf. Geb. des Atlantischen Ozeans, Internationale Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrographie 1912, S. 233).

Im Jahre 1908 beschrieb LOHMANN (4) p. 256, 257 zwei neue bei Kiel gefundene Arten.

Meringosphaera radians l. c. p. 256, Taf. XVII, Fig. 36 halte ich auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung meiner adriatischen Arten für einen nicht hierher gehörigen Organismus. Siehe diese Arbeit S. 206.

Am selben Orte fand LOHMANN einmal im November 1905 eine weitere neue Art: *M. serrata* l. c. p. 257, Taf. XVII, Fig. 35. Siehe Textfig. 4.

Der Durchmesser der Zelle betrug $9\ \mu$ und im Zelleibe sah der Autor wenigstens drei große plattenförmige grüne Chromatophoren. Die Membran war dick, schalenartig und mit zahlreichen fadenförmigen, steifen, allseitig entspringenden Borsten bedeckt, die sägezahnig und unregelmäßig wellig gebogen waren und deren Länge $12\ \mu$ betrug.

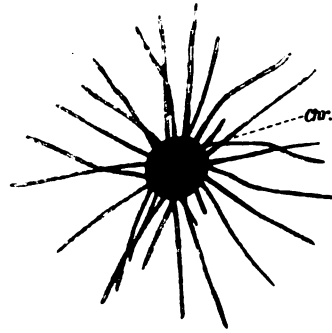


Fig. 4.
Meringosphaera serrata LOHM.
Vergr. berechn. ca. $830\times$.

Gleichfalls bei Laboe (Kiel) fand LOHMANN noch eine letzte neue Art, leider nur einmal am 7. Mai 1905 in einer Schöpfprobe aus 5 m Tiefe, von der er keine Abbildung gibt und nur sagt, daß die Zelle $6\ \mu$ maß, tief grün gefärbt und mit vier kurzen, spitz auslaufenden geraden Borsten ausgerüstet war.

Aus den LOHMANN'schen Angaben durfte der Schluß gezogen werden, daß bei weiteren Untersuchungen die Gattung *Meringosphaera* noch artenreicher sich erweisen werde und in den Meeren verbreitet sei.

Durch die Kreuzungen in der Adria S. M. S. „Najade“ in den Jahren 1911–1914 wurde dies auch tatsächlich bestätigt.

Es konnten bisher drei neue Arten gefunden und einige Untersuchungen über den Bau dieser merkwürdigen Protophyten angestellt werden.

Es ist nicht der Zweck dieser Mitteilung, mit neuen Formen hervortreten, vielmehr soll hiermit auf die behandelte Gattung die Aufmerksamkeit der Forscher gelenkt werden. Aus der nachfolgen-

den Beschreibung des feineren Schalenbaues dürfte hervorgehen, daß es interessante Protophyten sind.

Zunächst konnte auch in der Adria die von HENSEN in der Ostsee gefundene *Meringosphaera* erbeutet werden. Allerdings besitzen die von mir gefundenen Exemplare weit mehr geschlängelte Borsten (Fig. 5). Doch schwankt deren Zahl etwas und dies dürfte auch für

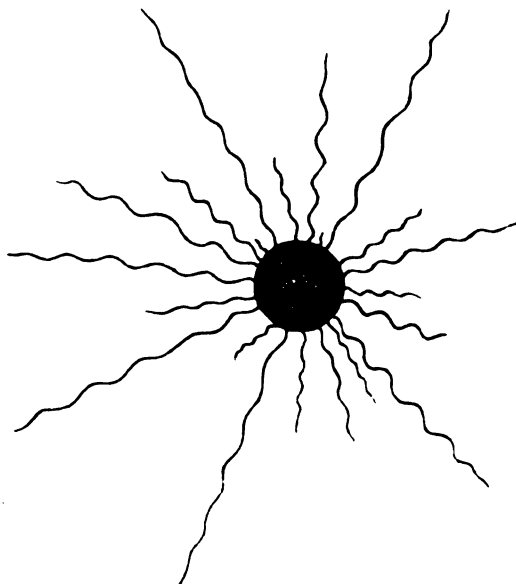


Fig. 5. *Meringosphaera mediterranea* LOHM.
Vergr. 2000 $\times$. Adria, Brackwasser.

LOHMANN (4) l. c. p. 256 der Grund zur Vereinigung der mediterranen Art mit der der Ostsee unter dem Namen *M. mediterranea* gewesen sein. Der Zelldurchmesser beträgt 6—7 μ , stimmt also mit den von LOHMANN bei Messina gefundenen Individuen überein. Die Borsten sind stets ca. dreimal länger als der Zelldurchmesser.

Die Zelle ist von einer festen, starren Hülle umgeben, die ebenso wie die Borsten aus Kieselsubstanz besteht. Schwache Säuren zeigten keinerlei

Wirkung, wiewohl lange Zeit (Wochen) die Zellen ihnen ausgesetzt blieben. Starke Säuren konnten nicht angewandt werden, weil dadurch andere sehr wertvolle und seltene in denselben Präparaten aus Zentrifugenfängen vorhandene Organismen für die weitere Untersuchung voraussichtlich unbrauchbar geworden wären. Zweifellos hätte selbst eine kurze Einwirkung hingereicht, um Kalk nachzuweisen, der ja bekanntlich in seiner an pflanzliche Organismen gebundenen Modifikation überaus leicht, selbst durch ganz schwache Ansäuerung des Wassers schon in Lösung geht (Lithothamnien, Corallina, Coccolithophoriden). Der Nachweis der Verkieselung der Schale und der Borsten verleiht der Frage nach der systematischen Zugehörigkeit ein erhöhtes Interesse.¹⁾

¹⁾ Neuerdings konnte ich auch Schwefel- und Salpetersäure anwenden und ausglühen, ohne daß Membran und Borsten Veränderungen aufwiesen.

Die Verkieselung scheint schwach, die Borsten bewahren große Elastizität. Eine jede entspringt in annähernd gleichem Zwischenraume von den anderen und sitzt auf einer kalottenartigen niedrigen Emporwölbung der Schale, und zwar einem darauf befindlichen niedrigen Kopfe auf (Fig. 6). Allem Anscheine nach sind diese Kalottenpostamente nicht selbständige Gebilde; durch leichten Druck konnten sie nicht von der Kieselmembran zum Abgleiten gebracht werden. Ein Zerdrücken der Schalen war wegen der dadurch unvermeidlichen Zerstörung von anderen Organismen in den Präparaten untunlich.

Die schon von LOHMANN gesehenen Chromatophoren besitzen auch in der Adria grüne Färbung. Ihre Zahl beträgt zwischen 3—6. Ein jeder läßt auf seiner Fläche eine besondere Bildung erkennen, deren Details bei der geringen Größe der Zelle (6—7 μ !) und im besonderen der der Chromatophoren nicht klar erkannt werden konnten (Öltropfen?). Sie lassen sich wohl kaum als Pyrenoide deuten, da Ol das Assimilat ist. An den Chromatophoren lagern rundliche Körperchen (Fig. 6), die immer bei meinen Individuen durch ihr optisches Verhalten sich der Beobachtung aufdrängten. Sie dürften das Assimilationsprodukt, Öl, darstellen. Das lockere, schaumige Plasma beherbergt noch an größeren und in der ungefärbten Zelle hervortretenden geformten Bestandteilen den Kern, der ein ziemlich homogenes Aussehen bot.

Teilung oder Fortpflanzung habe ich an den bisher nur spärlich in den Zentrifugen- und Filterfängen auftretenden Pflanzen nicht gesehen und danach auch während der Fahrten nicht besonders merken können.

Die geographische Verteilung in der Adria von *Meringosphaera mediterranea* ließ erkennen, daß die in der nördlichen Adria bis zu einer Linie Lussin—Ravenna von der Oberfläche bis wenig unter 20 m allgemein aber spärlich verbreitet ist, daß sie selbst stärker ausgesüßtes Wasser verträgt, und daß sie weiter nach Süden auf das Küstenwasser beschränkt erscheint und dabei stärker im litoralen Wasser Italiens als in dem Dalmatiens auftritt. Sie lebt teilweise sogar im Brackwasser.

Ihr Auftreten fällt in der Adria in die Winter- und ersten Frühjahrsmonate.

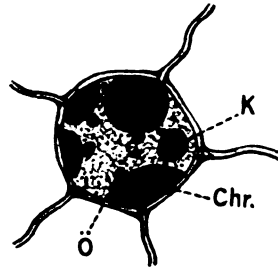


Fig. 6. *Meringosphaera mediterranea* LOHM. Vergr. 2700. K = Kern, Chr = Chromosom, Ö = Öltropfen. Optischer Durchschnitt durch die Zelle.

Meringosphaera henseni spec. nov.

In der gleichen Zeit tritt im Adriatischen Meere noch eine neue Art auf, die dem Entdecker der Gattung zu Ehren als *M. henseni* spec. nov. benannt sein soll (Fig. 7, 8).

Sie ist größer als *M. mediterranea*, ihr Zelldurchmesser beträgt 12–16 μ ; im Durchschnitt überwiegen die Zellen mit 14 μ . Zahlreiche Borsten, die nur annähernd gleich weit voneinander abstehen, entspringen allseits

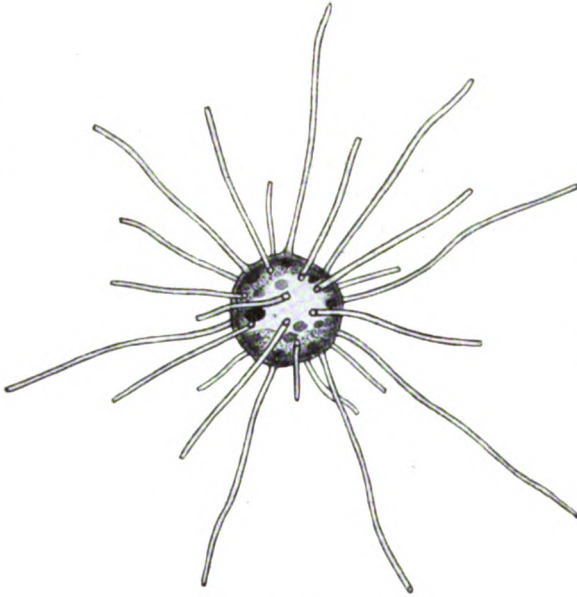


Fig. 7.

Fig. 7. *Meringosphaera henseni* spec. nov. Vergr. 1000 $\times$.



Fig. 8.

Fig. 8. Opt. Querschnitt durch *M. henseni*. Vergr. 2000 $\times$.

der kugligen Zellhülle. Sie sind ein wenig dicker als bei der vorigen Art, zeigen nur seicht geschlängelten Verlauf, niemals die schöne regelmäßige Schlängelung von *M. mediterranea*.

Auch bei *M. henseni* bestehen Zellpanzer und Borsten aus Kieselsubstanz. Die größeren Dimensionen ließen hier eine genauere Untersuchung zu, die ergab, daß die verkieselte Wand von erheblicher Dicke ist. Die Borsten sind hohl und beiderseits offen, so daß sie mit dem Zellinhalt kommunizieren. An den offenen Enden trat kein Plasma bei den von mir gesehenen acht Zellen heraus, doch war dessen Anwesenheit in den Borsten nicht zweifelhaft. Letztere standen auch hier auf allerdings geringen Erhebungen der Schale (Fig. 8).

Im Zellinhalte traten die Chromatophoren scharf hervor. Ihre Farbe war gelblich grün, ihre Zahl betrug 3–4. Sie legten sich

eng an die Schale an. Die ausgebuchteten Ränder traten scharf hervor (Fig. 8). Auch hier lagen im Zellinhalte besonders an den Chromatophoren die schon für die frühere Art erwähnten stark lichtbrechenden Körper (Öltropfen). Der kleine Kern ließ im ungefärbten Zustande seine Bestandteile nicht erkennen.

Auch *Meringosphaera henseni* erwies sich nach den bisherigen Fängen als Oberflächenform des litoralen Wassers. Im Gegensatz zu der vorigen Art liebt sie stark salzhaltiges Wasser und wurde nur in dem südlichen Teile des Gebietes gefunden, besonders in der Nähe von Ragusa und der Insel Cazza.

***Meringosphaera triseta* spec. nov.**

Die bis jetzt bekannten *Meringosphaera*-Arten lassen sich nach der Borstenanordnung in zwei Gruppen gliedern, von denen die eine allseitig entspringende und gerichtete (*M. mediterranea*, *M. henseni*), die andere nur in gewissen Zonen entspringende und einseitig gerichtete Borsten trägt (*M. divergens*).

Zur letzteren Art kommt nun aus der Adria eine neue hinzu: *Meringosphaera triseta*. Sie weicht durch die Zellform und die Borsten erheblich ab. Erstere ist zylindrisch, der untere Boden abgerundet, der die Borsten tragende dagegen flach. Die verkieselte Zellmembran besitzt sehr dünne Wände. Im Querschnitt erscheint die Zellform ellipsenförmig. An den beiden gegenüberliegenden Polen der Ellipse entspringen zwei sehr dünne, schwach nach außen gekrümmte, sehr dünn auslaufende Borsten, während die dritte aus der Mitte der Ellipse senkrecht emporstrebt. Letztere ist merklich länger, an der Basis dicker als die beiden seitlichen, und sie verläuft in eine so feine Spitze, daß ihr Ende kaum verfolgt werden

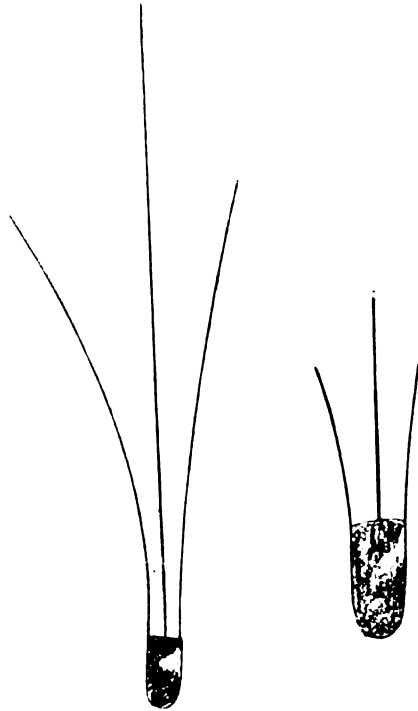


Fig. 9 a, b. *Meringosphaera triseta* spec. nov.

a) Vergr. 1200 $\times$, b = 3200 $\times$.

kann, zumal ähnlich wie bei den *Chaetoceras*-Borsten der Brechungsindex nicht sehr von dem des Wassers verschieden ist.

Die Zelllänge beträgt 7–8 μ , die Breite 3–4 μ , die Länge der Hauptborste 70–80 μ .

Im Zellinhalte fallen die Chromatophoren durch ihre im Leben schön dunkelgrüne Färbung auf, welche letztere beim Absterben in einen gelblich grünen Ton umschlägt. Es sind wenigstens zwei Chlorophyllkörper vorhanden mit ausgebuchteten Rändern. Sie liegen der Zylinderwand dicht an und lassen von dem weiteren Inhalte nichts erkennen.

Meringosphaera triseta ist eine ausgesprochene Brackwasserform. In den großen dalmatinischen Buchten mit Süßwasserzufluß, z. B. Bocche di Cattaro, Bucht von Sebenico, tritt die neue Art während des ganzen Jahres auf und erreicht anscheinend im Sommer und Herbst ihr Maximum. In ihrer vertikalen Verteilung stimmt sie mit den übrigen adriatischen Meringosphaeren als Bewohnerin des Oberflächenwassers überein.

Infolge ihrer Größe erbeutete ich diese Art sowohl in den Netzen als auch Zentrifugenfängen. Die Zellen zeigten nur vegetative Stadien, wobei bemerkt sei, daß naturgemäß eine allgemeine hydrobiologische Forschungsfahrt nicht immer Gelegenheit zu speziellen Untersuchungen bietet. In ruhiger Zeit wird sich wahrscheinlich die Möglichkeit finden, bei dieser Art Licht in die Gattung *Meringosphaera* zu bringen.

Von den LOHMANN'schen Arten dürfte *Meringosphaera radians*, wie schon oben bemerkt, kaum hierher gehören. Sie besitzt völlig gerade verlaufende, glatte Borsten, die radiär angeordnet sind — Merkmale, die bei den zweifellosen Meringosphaeren nicht vorhanden sind. Ganz besonders spricht aber für deren Ausscheidung aus der Gattung die weitere Tatsache, die auch LOHMANN aufgefallen ist, daß „die Zellen sehr zart und nicht wie bei den übrigen Meringosphaeren von einer festen Membran umgeben sind, sie lösen sich daher unter dem Deckglase leicht auf und zerfließen.“

Bei den übrigen Arten LOHMANN's, *M. divergens* und *M. serrata*, die ich bisher in der Adria noch nicht fand und nur aus der LOHMANN'schen Beschreibung kenne, fielen dem Autor die dicke, schalenartige Membran und die steifen Borsten auf. Es kann auch hier

keine einfache Zellulosemembran vorliegen und im Verein mit der Gestalt der Borsten und der Chromatophoren erweisen sie sich als Meringosphaeren.

In biologischer Beziehung steht *Meringosphaera trisetata* als typische Brackwasserform da, *M. mediterranea* lebt sowohl im Brackwasser als auch im normalen salzhaltigen Wasser, während die dritte Adriiform *M. henseni* eine stenohaline, reine Salzwasserart darstellt. Berücksichtigt man die anderen Arten, die bisher bis auf eine nur bei Laboe (Kiel) in der Ostsee gefunden wurden, wo das Wasser stets unter 20‰ Salzgehalt hat, so erweisen sich alle Arten bis auf die adriatische *M. henseni* und die bei Messina auftretende *M. divergens* als euryhalin, ja selbst als typische Brackwasserformen.

Der Frage, ob die Gattung auf dem Wege zur Süßwasser- oder Salzwasserform steht, kommt hier keine Bedeutung zu.

WILLE (5) hat die Gattung *Meringosphaera* zu den Chlorophyceen in die Familie der Oocystaceae gestellt und hier bei den Micractineae untergebracht. Vermutlich war der Grund hierzu im wesentlichen der, daß die Zellen beborstet sind und Zoosporenbildung bislang nicht erkennen ließen. Entwicklungsgeschichtliche Tatsachen liegen aber noch nicht vor.

Der Nachweis, daß *Meringosphaera* Kieselmembranen besitzt, braucht zunächst nicht gegen die von obigem Autor vorgenommene Einordnung zu sprechen. Wir wissen ja auch nichts Sicheres über die chemische Beschaffenheit der Membranen und Borsten der meisten von WILLE l. c. zu den Oocystaceen gestellten Gattungen.¹⁾

Wenn *Meringosphaera* sich neben den grünen Chromatophoren insbesondere auch durch die Fortpflanzung als Chlorophycee erweist, dann ist sie, wenn ich richtig orientiert bin (vgl. auch OLTMANN, Morphol. u. Biologie der Algen Bd. II, S. 79), die erste Grünalge mit Kieselmembran. (Bei der von WILLE l. c. provisorisch zu den Oocystaceen gestellten Gattung *Phaeodactylum* BOHLIN ist die Membran schwach verkieselt. Sie gehört aber wie auch WILLE betont, kaum zu den Chlorophyceen.) Für einige aktuelle phylogenetische Fragen in der Algologie ist damit vielleicht eine neue Tatsache gegeben.

¹⁾ Ich habe im Nannoplankton der nördlichen Adria eine neue Gattung (zwei Arten) mit Kieselmembran und Kieselborsten und gelben Chromatophoren gefunden, die *Acanthosphaera* und *Echinospaeridium* sehr ähnlich sind, über die in Kürze hier berichtet werden soll.

Literaturverzeichnis.

- 1) HENSEN, V.: Über die Bestimmung des Plankton. V. Ber. der Komm. zur wissenschaftl. Unters. der deutschen Meere. 1882/87. Berlin 1887.
 - 2) LOHMANN, H.: Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. Wissensch. Meeresuntersuch., herausgeg. v. d. Komm. z. wissenschaftl. Unters. d. d. Meere in Kiel usw. N. F. Bd. VII. Abteil. Kiel. 1903.
 - 3) LOHMANN, H.: Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Aires durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. I., II. Teil. 1912.
 - 4) —: Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, herausgeg. v. d. Komm. zur wissenschaftl. Unters. d. deutschen Meere in Kiel usw. N. F. Bd. X. Abteil. Kiel. 1908.
 - 5) WILLE, N.: Conjugatae und Chlorophyceae. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Nachträge zum Teil I, 2. Abteilung. S. 257, 258.
-

Die neue Gattung *Heterodinium* in der Adria.

(Ergebnisse der vom „Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien“ unternommenen Fahrten in der Adria. Nr. 7 der botanischen Publikation.)

Von
J. Schiller, Wien.

(Hierzu 4 Textfiguren.)

Im Jahre 1899 haben MURRAY und WHITTING (1) eine größere Anzahl neuer Peridiniumarten aus dem tropischen Atlantischen Ozean beschrieben. KOFOED (2) erkannte bei 7 Arten, nämlich bei *P. hindmarchii*, *P. milneri*, *P. blackmani*, *P. leiorchynchum*, *P. triostre*, *P. tripos*, *P. doma* eine völlig abweichende Plattenstruktur, die ihn veranlaßte, die neue Gattung *Heterodinium* aufzustellen. Er selbst hatte bei Planktonuntersuchungen in den Gewässern von S. Diego und durch die Verarbeitung des auf der Albatros-Expedition gesammelten Planktonmaterials Gelegenheit, die Gattung kennen zu lernen und mit zahlreichen neuen Arten (die Albatros-Expedition lieferte allein 13 neue Arten) zu bereichern.

Die Najade-Kreuzungen in der Adria in den Jahren 1911—14 erbrachten zuerst den Nachweis, daß auch den wärmeren europäischen Binnenmeeren die Gattung nicht abgeht.¹⁾ Bisher fanden sich im Adriatischen Meere sicher zwei neue Arten; bei einigen anderen

¹⁾ OSTENFELD u. PAULSEN geben *Heterodinium tripos* aus dem nördlichen Atlantischen Ozean als seltenen südlichen Gast an (Planktonprüver fra Nord-Atlantehavet (c. 58—60° n. Br.) samlede i 1899 af dr. K. J. V. Steenstrup. (Meddeleser om Grønland XXVI. Kjöbenhavn 1904).)

Funden wird sich die Zugehörigkeit, sobald mehr Material zur Verfügung steht, wohl noch erweisen lassen. Trotz der eifrigen Untersuchungen der Schweborganismen der Adria durch zwei sehr erfahrene Forscher, ENTZ u. SCHRÖDER kommt noch immer Neues heraus, sogar an größeren Formen des Netzplanktons.

Die bisher von der europäischen Peridineenforschung wenig beachtete Gattung *Heterodinium* gleicht bezüglich der Zellform und -größe erheblich der Gattung *Peridinium*. Hier wie dort treten bei der Mehrzahl der Form zwei nach rückwärts gerichtete Hörner auf; beiden Gattungen fehlt nie die apikale, hornartige und mit Öffnung versehene Zuspitzung.

Die eigentlichen Unterschiede der beiden einander so sehr ähnelnden Gattungen liegen in folgenden Merkmalen. Bei *Heterodinium* ist der hintere Leistenrand der Querrfurche ganz oder größtenteils unentwickelt. Zahl und Anordnung der Platten erweisen sich als gänzlich verschieden, sie machen geradezu eine Verwechslung unmöglich, indem *Heterodinium* drei apikale, eine linke interkalare, sechs prämediane, sieben postmediane, drei antapikale und eine Furchenplatte zukommen. Leider sind die Nähte bei den meisten Arten schwer sichtbar, auch läßt sich durch die bekannten Methoden (JAVELLE-Lauge usw.) nicht in gleich sicherer Weise Erfolg erzielen wie bei *Peridinium*.

Sehr charakteristisch ist ferner in Ventralansicht ungefähr in der Mitte zwischen der Apikal- und Geißelpore eine schmale Vertiefung oder eine Art Pore in der mittleren Ventralnaht. Ob indessen eine wirkliche Durchbohrung hier vorhanden ist, konnte noch nicht erwiesen werden.

KOFOID weißt auch (1906 S. 342) auf eine gewisse Asymmetrie in der Zellform bei vielen Arten hin, die sich in einer Drehung des Körpers in der Hauptachse im Uhrzeigersinne äußert, wenn man von hinten gegen die Zelle nach vorne blickt.

Heterodinium crassipes nov. spec. (Fig. 1).

Der Vorderkörper läuft konisch zu mit geraden oder schwach konisch buckligen Seitenlinien. Die mittlere Naht auf der Ventralseite des Vorderkörpers ist bald sehr breit (s. Fig. 1.), bald bei jüngeren Individuen schmaler. Die Pore in dieser Naht ist meist schwer sichtbar. Von den Platten des Vorderkörpers ist die rechte ventrale prämediane sehr klein, die analoge linke nur wenig größer.

Der Hinterkörper ist typisch kürzer als der vordere und endigt

in zwei kräftige spitze Hörner, zwischen denen eine hyaline Membran sich teilweise spannt. Die Längsfurche ist vertieft und flügellos.

Die Schalen sind mit Areolen versehen, die in der Mitte eine Pore zeigen. Die Wände der Areolen werden stellenweise stark emporgewölbt, wodurch selbst dornartige Bildungen entstehen.

Die Länge beträgt zwischen 100–140 μ , die Breite 70–80 μ .

Die Zelle ist dicht mit Plasma gefüllt, in welchem unregelmäßig geformte, plattenartige Chromatophoren in größerer Anzahl (6–12) lagen, deren Farbe gelblichbraunen Ton aufwies.

Wir fanden diese neue Art, die sich leicht von den bisher bekannten *Heterodinium*-Arten, wenn man die Abbildungen bei MURRAY and WHITTING und die vorzüglichen, künstlerisch ausgeführten Zeichnungen КОФОИД's (3) vergleicht, unterscheiden läßt, in den Netzfängen aus den Wasserschichten von 0–40 m im Februar und März. Doch ist die Art sehr selten in der Adria, so daß immer nur wenige Exemplare im Fange und durchaus nicht auf allen Stationen festgestellt wurden.

Sie lebt nur in stark salzigem Wasser, besonders in den dalmatinischen Gewässern und tritt spärlich auch im Hochseewasser der Adria auf, soweit es von der italienischen Küste unbeeinflusst ist. Dagegen wurde die Art im italienischen Küstenwasser nie beobachtet, was darauf schließen läßt, daß sie stenohalin ist. Ihre nördliche Grenze der Verbreitung liegt im Quarnero.



Fig. 1.
Heterodinium orassipes nov. spec.
Vergr. 590 $\times$.

***Heterodinium kofoidi* spec. nov. (Fig. 2, 3).**

Im Zentrifugenplankton trat die vorliegende Peridinee unmittelbar an der Oberfläche vom Februar ab bis Mai-Juni auf. Da die Schale außerordentlich durchsichtig ist, machte die Untersuchung große Schwierigkeiten. Die Struktur der Schale, die Areolen und Nähte lassen sich nicht an allen Individuen verfolgen, selbst unter Anwendung aller möglichen Beleuchtungslisten.

Der Vorderkörper besitzt konvexe Seitenlinien und endet in ein kurzes breites Horn mit Pore. Der Hinterkörper ist annähernd halbkuglig, ohne Hörner und kürzer als der Vorderkörper. Die breite, seichte Querfurche läuft linksschraubig, wobei die beiden Enden ventral in die rasch spitz auslaufende Längsfurche münden.

In Fig. 2 sieht man den Verlauf der Naht zwischen Apikalpore und Geißelpore und ebenso die Naht zwischen den prämedianen und apikalen Platten.



Fig. 2.

Fig. 2. *Heterodinium kofoidi* nov. gen. Vergr. 2500 $\times$.

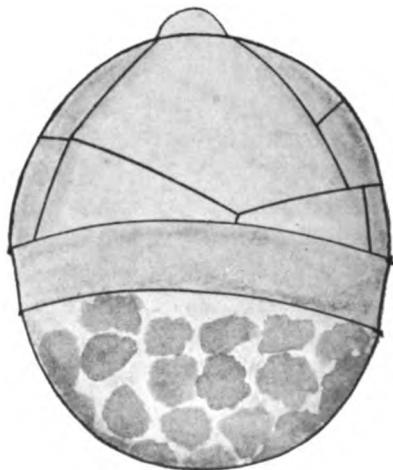


Fig. 3.

Fig. 3. *Heterodinium kofoidi*. Dorsalansicht. Ch = Chromatophoren. Vergr. 3240 $\times$.

Fig. 3 zeigt bei noch stärkerer Vergrößerung den ungefähren Verlauf der Nähte dorsal am Vorderkörper. (Am Hinterkörper konnten sie hier nicht wahrgenommen werden.)

Immerhin zeigt der Verlauf der Nähte unzweideutig die Zugehörigkeit zur Gattung *Heterodinium*.

An allen Exemplaren ist, wie schon oben bemerkt, die Plattenstruktur schwierig zu verfolgen. Die Wände der Areolen sind sehr zart und völlig durchsichtig, eine Eigenschaft dieser Form überhaupt die ihr Übersehen anfangs nur allzu leicht machte.

Sehr deutlich traten die Chromatophoren in Erscheinung. Sie bilden im Umriß vielgestaltige Platten von hell dottergelber Farbe, die dicht nebeneinander liegen und dabei nur schmale Zwischenräume freilassen.

Länge der Zelle 16—20 μ

Breite „ „ 13—16 μ

Während die vorige Art nur auf das stark salzige und wärmere Wasser der östlichen Hälfte der Adria beschränkt erscheint, tritt *Heterodinium kofoidi* in der ganzen mittleren und südlichen Adria im Herbst und Winter an der Oberfläche bis 10 m Tiefe auf. Sie scheint ebenso stark euryhalin wie stenotherm zu sein und keine andere der bisher bekannten *Heterodinium*-Arten scheint eine so weitgehende physiologische Anpassungsfähigkeit aufzuweisen.

Auch ihre Kleinheit und die hohe Durchsichtigkeit sind Eigenschaften, die bisher noch bei keiner anderen Art der Gattung verzeichnet sind und die sie zu einem typischen Mitgliede des Nannoplanktons stempeln.

Das Material wurde mit Hilfe der Zentrifuge und gehärteter Papierfilter der Firma SCHLEICHER u. SCHÜLL gewonnen, es gestattet somit die quantitative Verarbeitung. Für die Zentrifugierung wurden 40 ccm, für die Filtrierung 1000 ccm verwendet.

Die Durchzählung der Proben ergab eine Bevölkerungsdichte von 250—375 Individuen pro l in 1—2,5 m Tiefe, in 10 m von 125 Individuen. In 20 m Tiefe konnte *Heterodinium kofoidi* bis jetzt noch nicht ermittelt werden (Fig. 4).

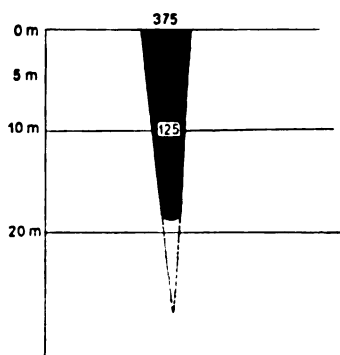


Fig. 4. Verteilung von *Heterodinium kofoidi* auf Station N₁₂ A₁₆ am 18. Februar 1914. (Najade-Kreuzungen.)

Literaturverzeichnis.

- (1) MURRAY, C. and WHITTING, F. G.: New Peridiniaceae from the atlantic. Trans. Linn. Soc. London Botany (2) Vol. V pp. 321—342 Tabl. I—XIX, 1899.
- (2) KOFOED, CH. A.: Dinoflagellata of the San Diego Region. I. On Heterodinium, a new genus of the Peridinidae. University of California Publications Zoology Vol. II No. 8 p. 341—368, pl. 17—19. 1906.
- (3) —: New species of Dinoflagellates. IX. Rep. on the scient. results of the exped. to the eastern trop. pacif. in Charge of ALEXANDER AGASSIZ, by the U. S. fish comm. Steamer „Albatros“ etc. Bull. of the Museum of comp. Zoology at Harvard College. Vol. L No. 6.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.
(Leiter: Ober-Medizinalrat Prof. Dr. Nocht.)

Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernentwicklung bei den Ciliaten.

Von

Max Klitzke †.

(Hierzu 3 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	215
II. Micronuclei und Macronuclei	216
III. Die Placentenentwicklung bei <i>Paramecium caudatum</i>	219
IV. Die Placentenentwicklung bei <i>Paramecium bursaria</i>	225
V. Zur Placentenentwicklung bei <i>Paramecium putrinum</i> und <i>Stylonychia</i>	227
VI. Literaturbesprechung.	
a) Zur Arbeit W. Mulsow (1913)	227
b) Ältere Literatur	229
VII. Theoretische Folgerungen	231
Literatur	234

I. Einleitung.

Seit den grundlegenden Arbeiten MAUPAS' (1889) sind zahlreiche Arbeiten erschienen, welche im einzelnen auf die Conjugationsvorgänge der verschiedensten Ciliaten eingehen. Besonders die Conjugation selbst ist sehr genau erforscht worden. Demgegenüber treten in den Untersuchungen ihre Folgeerscheinungen, die Entwicklungsvorgänge bei der Differenzierung der neuen Macro- und Micronuclei etwas zurück, obwohl sie ein großes theoretisches Inter-

esse beanspruchen dürfen. Denn nach der Conjugation erfolgt die Bildung morphologisch und funktionell ganz verschiedener Kernarten, der Großkerne und der Kleinkerne aus einem Befruchtungskern.

II. Micronuclei und Macronuclei.

Micro- und Macronuclei sind morphologisch so verschieden, daß man sie, bevor ihre Kernnatur festgestellt wurde, für Samenblase und Eierstock hielt. Die Micronuclei sind klein, rund, stark lichtbrechend, im Leben nahezu homogen erscheinend, im gefärbten Präparat gleichmäßig gefärbt (*Stylonychia*) oder in einen chromatischen und achromatischen Teil geschieden (*Paramaccium*). Ihre Teilung erfolgt durch eine primitive Mitose. Die Großkerne dagegen sind massiger. Ihre Gestalt variiert bei den verschiedenen Arten außerordentlich. Sie sind rund, elliptisch, strangförmig, rosenkranzförmig, sie können sich sogar in kleine Teile auflösen, wie bei *Dileptus* und *Opalinoopsis*. Sie sind schwächer lichtbrechend; im Leben und gefärbt erscheinen sie häufig körnig. Die Teilung erfolgt sehr primitiv. Eine Mitose des Großkerns ist nur für *Chilodon* beschrieben (NÄGLER 1910).

Die verschiedene Gestalt der beiden Kernarten ist der morphologische Ausdruck der Verschiedenheit in der Funktion. Das vegetative Leben scheint hauptsächlich vom Großkern geleitet zu werden, während der Kleinkern vorwiegend generativer Natur ist. Jedoch zeigen macronucleuslose Paramaecien (KLITZKE 1914), daß der Micronucleus auch die vegetativen Funktionen auf sich nehmen kann; micronucleuslose *Ichtyophthirius* und ebensolche *Leucophrys* (PROWAZEK 1909) hingegen beweisen, daß der Macronucleus unter gewissen Bedingungen auch generative Funktionen erfüllen kann. Es ist hier auf die sehr kurze, noch nicht weiter bestätigte Notiz LE DANTEC's (1897) hinzuweisen, demzufolge der Kleinkern aus dem Großkern regeneriert werden kann. LE DANTEC ist seiner Sache jedoch nicht sicher.

Man ist versucht, die Großkerne aus ganz anders gearteten Anlagen hervorgehen zu lassen als die Kleinkerne, eben der beträchtlichen Unterschiede wegen. Dagegen läßt ein vergleichender Überblick über die Entwicklung der Kerne nach der Conjugation erkennen, daß die beiden Kernarten der Ciliaten prinzipiell gleichwertig sind.

Die Vorgänge in den Exconjuganten bis zur Trennung von Großkernen und Kleinkernen verlaufen bei den Ciliophoren in so mannigfacher Weise, daß man ihnen nur untergeordnete Bedeutung beilegen kann. Der Befruchtungskern kann eine, zwei oder drei Teilungen ausführen, bevor die Differenzierung in Placenten und Kleinkerne erfolgt. Nicht selten kommt es vor, daß im System nahe verwandte Tiere verschieden viele Teilungen des Syncaryons durchführen. So erfolgt bei *Podophrya fixa* nach MAUPAS (1889) nur eine Teilung, bei *Podophrya cyclopum* dagegen erfolgen zwei. Bei *Paramaecium aurelia* und *bursaria* finden zwei Syncaryonteilungen statt, bei *caudatum* und *putrinum* hingegen drei. *Stentor coeruleus* führt in der Regel zwei Teilungen des Befruchtungskernes durch, *Stentor polymorphus* häufig drei. Bei *Stentor polymorphus*, auch bei einigen anderen Arten, schwankt die Zahl der Teilungen, ein Beweis mehr, daß die Zahl der nach der Vereinigung von Stationär- und Wanderkern ausgeführten Teilungen keinerlei tiefere Bedeutung besitzt. Nach dieser Erkenntnis gelingt es leichter, eine Übersicht in die verworrenen Vorgänge bei der Rekonstruktion von Macro- und Micro-nuclei zu bringen. Beim Vergleich verschiedener Entwicklungsmodi kommt es nicht auf die absolute, sondern nur auf die relative Zahlenbeziehung zwischen den beiden Kernarten an.

Die ursprüngliche Art der Wiederausbildung der normalen Kernverhältnisse dürfte die Ausbildung von gleichviel Macro- und Micro-nuclei gewesen sein. (Verteilung der Funktionen des omnipotenten Kernes auf den vorwiegend generativen Kleinkern und den vorwiegend vegetativen Großkern.)

Als ursprünglicher Ausbildungsmodus ist es also anzusehen, wenn nach einer Syncaryonteilung sich ein Micronucleus und ein Macronucleus bildete. Die entsprechenden Zahlen für zwei resp. drei Teilungen sind zwei resp. vier Micronuclei und dieselbe Zahl von Macronuclei. Beispiele sind *Chilodon uncinatus* für eine Teilung, *Paramaecium bursaria*, *Paramaecium aurelia* für zwei Teilungen, *Paramaecium caudatum* und *Paramaecium putrinum* für drei Teilungen. Allerdings gehen bei *Paramaecium caudatum* und *Paramaecium putrinum* drei der vier Kernanlagen zugrunde; jedoch ist die Degeneration dreier Anlagen erst sekundär erworben.

Den Übergang zur nächsten Stufe veranschaulichen einige anormale Entwicklungsstadien von *Paramaecium caudatum*. Man findet unter einer größeren Anzahl von Exconjuganten vereinzelt solche, welche nicht vier, sondern fünf Großkernanlagen besitzen,

wo sich also eine Placenta aus einem der sonst degenerierenden Micronuclei gebildet hat.

Diese Stadien leiten zu einem Entwicklungsmodus über, wie er durch *Stentor polymorphus* vertreten wird: von acht Kernen werden in der Regel sechs zu Placenten, zwei zu Kleinkernen. Ebenso verhalten sich die Kernanlagen einiger anormaler Exconjuganten von *Paramaecium caudatum*. Die entsprechenden Verhältnisse für zwei Teilungen können nach MAUPAS bei *Prorodon teres* vorkommen: von vier Kernen können sich drei zu Placenten entwickeln, einer bleibt Micronucleus.

Eine weitere Stufe wird sonderbarerweise von einigen im System weit voneinander entfernten Gruppen vertreten, nämlich von den Peritrichen und von einigen Holotrichen. Bei *Cryptochilium*, *Coleps*, *Cyclidium* und, soweit ich die Literatur zu überblicken vermag, bei allen Peritrichen entwickeln sich von acht Anlagen sieben zu Großkernen, eine wird zum Kleinkern.

Man kann eine Entwicklungsreihe festlegen, welche von der Bildung von vier Großkernen und vier Kleinkernen (resp. zwei oder einem Großkern und zwei oder einem Kleinkern) ausgeht, dann über die bei *Paramaecium caudatum* sporadisch auftretende anormale Entwicklung von fünf Großkernen und drei Kleinkernen hinüberleitet zu der bei *Stentor polymorphus* meistens erfolgenden Ausbildung von sechs Großkernen und zwei Kleinkernen (resp. drei Großkernen und einem Kleinkern) und schließlich hinführt zu dem bei den Peritrichen und einigen Holotrichen verbreiteten Modus der Ausbildung von sieben Macronuclei und einem Micronucleus.

Von acht Kernanlagen werden bei den verschiedenen Ciliophora vier, fünf, sechs, sieben (vielleicht sogar acht?) Anlagen zu Großkernen, die restlichen Kerne werden zu Kleinkernen. Diese Tatsache macht es in hohem Grade unwahrscheinlich, daß die Macro- und Micronucleusanlagen von Anfang an verschiedenwertig sind, daß etwa die Großkerne vegetatives und die Kleinkerne generatives Chromatin erhalten. Mit einer solchen Annahme stehen auch die Beobachtungen an den Kernen keineswegs im Einklang. Während und kurz nach den entscheidenden Teilungen sind keinerlei Unterschiede zwischen den künftigen Placenten und den künftigen Kleinkernen anzugeben. Von einigen Forschern wird sogar angenommen, daß Unterschiede überhaupt nicht vorhanden seien, daß die zufällige Lage der Kerne im Plasma ihr Schicksal entscheide.

Wahrscheinlich bestimmen jedoch innere Ursachen das Schicksal der Anlagen, es handelt sich bei der Differenzierung in Großkerne

und Kleinkerne um die Aktivierung von in jeder Kernanlage enthaltenen immanenten Anlagen, und zwar kann aus jeder Kernanlage sowohl ein Kleinkern als auch ein Großkern werden. Zwischen Großkern und Kleinkern besteht kein prinzipieller Unterschied. Hierfür spricht auch der oben erwähnte Fall, daß eine der sonst degenerierenden Kleinkernanlagen zu einer Placenta wird.

III. Die Placentenentwicklung bei *Paramaecium caudatum*.

Bevor ich mich einer kritischen Literaturbesprechung zuwende, möchte ich vorerst eine Besprechung meiner Befunde vornehmen, da eine Erklärung der älteren Angaben dann sehr viel leichter zu geben ist.

Bei *Paramaecium caudatum* erfolgen ebenso wie bei *Paramaecium putrinum* nach der Bildung des Syncaryons drei Kernteilungen. Aus den Teilungen gehen acht Kerne hervor, welche sich während und kurz nach der Teilung in keiner Hinsicht voneinander unterscheiden. Kurz nach der dritten Teilung kann man noch die zerrissene Kernmembran beobachten, da sich während dieser Teilungen die Mitten der Spindeln meistens nicht verengern, reißt die Kernmembran oft breit durch. Ich konnte wegen der Zartheit des Objektes nicht entscheiden, wie der Verschluß der in der Membran befindlichen Öffnung erfolgt.

Während der drei Teilungen des Syncaryons werden die Chromosomen durch reihenweise angeordnete Chromatinkörnchen gebildet, und dadurch unterscheiden sich diese Teilungen von den Reduktionsteilungen, während welcher das Chromatin in den „Spindelfasern“ sich befindet. Kurz nach der dritten Teilung sind die Chromosomen noch zu erkennen, dann verschwinden sie jedoch, und alle acht Kerne gehen in ein Ruhestadium ein.

Am Ende dieses Stadiums beginnt die Differenzierung in Placenten und Micronuclei.

Alle vier Micronucleusanlagen lockern sich auf, sie beginnen eine Spindel auszubilden; jedoch zeigt sich eine für *Paramaecium caudatum* bemerkenswerte Eigentümlichkeit: die vier Spindeln bilden sich nicht gleichmäßig schnell aus, sondern eine Kleinkernanlage

bildet sofort eine größere Spindel aus, eine andere steht ihr in der Ausbildung wenig nach, während eine dritte Kernanlage nur eine unscheinbare und kompakte Spindel ausbildet; die vierte Anlage zeigt nur noch schwache Ansätze zur Spindelbildung. Eine Abbildung der vier aus einem Tier stammenden Kleinkernanlagen gibt KLITZKE (1914). Im Anfang sind die Spindelpole verschieden gestaltet, ein Pol ist spitz, ein Pol gerundet.

Paramaecien, welche in der Entwicklung etwas weiter fortgeschritten sind, haben immer noch drei, später nur noch zwei Kleinkernanlagen. Die fehlenden Anlagen sind mittlerweile resorbiert. Dasselbe Schicksal erfährt auch diejenige Spindel, welche der Hauptspindel in der Ausbildung am nächsten steht; jedoch erfolgt ihre Resorption sehr viel später, erst dann, wenn die Placenten ihre Entwicklung schon fast abgeschlossen haben. Während der Resorption nahmen die überflüssigen Kleinkerne placentenähnliche Gestalt an.

Es bleibt bei *Paramaecum caudatum* also nur eine der vier Micronucleusanlagen erhalten. Diese bildet ihre Spindel noch etwas weiter aus, dann aber tritt eine Rückbildung ein; sie wird kompakter, und darum stärker färbbar, beide Pole spitzen sich jetzt zu. Gegen Ende der Placentenentwicklung findet dann wieder eine starke Schwellung des Kleinkernes statt. Die Teilung der Spindel habe ich nicht verfolgen können.

Die Großkernanlagen durchlaufen währenddessen eine ganz anders geartete Entwicklungsreihe. Die Chromatinpartikelchen, welche im Anfang sehr fein verteilt waren (Fig. A 1), beginnen sich zu größeren Einheiten zusammenzuschließen, welche anfänglich verschieden groß sind, später jedoch gleich groß werden. Im Anfang sind sie kompakt, dann jedoch entstehen in ihnen kleine Vacuolen, welche in der Folge zu einem einzigen Hohlraum zusammenfließen. In der Nähe der entstandenen Gebilde zeigt die Kerngerüstsubstanz eine strahlige Anordnung (Fig. A 2). Diese erinnert an eine ähnliche Strahlung des Chromidialkerns bei *Nebela collaris* (KLITZKE 1913). Die Strahlen des Kerns von *Nebela* lassen die Chromidien an sich entlang in den Chromidialkern gleiten. Eine ähnliche Funktion scheinen die strahligen Fortsätze der Chromatinhohlkugeln auszuüben.

Während die Hohlkugeln aus Chromatin sich ausbilden, beginnt die Kerngerüstsubstanz zu schwinden. Sie ist granulös und wird sehr schwach färbbar; zum Teil haftet sie in Form der Strahlen den Chromatingebilden an, zum Teil befindet sie sich im Inneren

der ringförmigen Gestalt, teilweise scheint sie sich auch im Kernsaft zu lösen. Währenddessen treten die Chromatinringe miteinander in Verbindung, im Innern des gequollenen Kernraumes schwebt jetzt ein spiremartiges Gebilde (Fig. A 3), welches im Anfang aus mehreren Fäden besteht; später bilden sich längere Fäden aus; es ist jedoch nicht zu entscheiden, ob auf einem gewissen Stadium nur

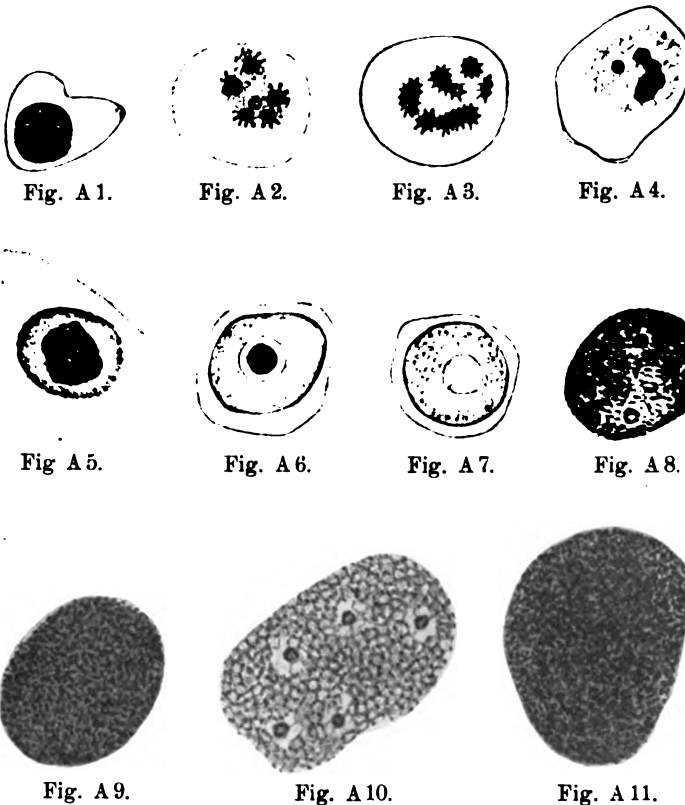


Fig. A 1—11. Entwicklung des neuen Macronucleus nach der Conjugation von *Paramecium caudatum*.

ein einziger Spiremfaden vorliegt, da die verschlungenen Teile den Überblick sehr erschweren. Die Chromatinfäden mit den allseitig ausgestrahlten Fortsätzen erinnern an die Chromosomenbilder einiger Metazoen, z. B. von *Pristiurus*.

Während des nächsten Stadiums wird die Kerngerüstsubstanz wieder gebildet. Sie erscheint granulös und stark lichtbrechend; später wird sie homogen, jedoch ist sie auch dann noch erfüllt von

kleinen Granula. Die Fortsätze des Chromatinfadens verlieren sich in dem neu auftretenden Linin (Fig. A 4). Das Spirem zerfällt wieder in kleinere Chromatingruppen, und diese fallen einem körnigen Zerfall anheim.

Die entstehenden Körnchengruppen fließen nach der Mitte zusammen. Zu Anfang nimmt der Chromatinbinnenkörper einen großen Raum ein, er schrumpft jedoch zusammen, sein Chromatin wird chemisch verändert und aufgelöst. Wenn er kleiner wird, so umhüllt ihn eine Vacuole (Fig. A 6), welche auch schon früheren Beobachtern aufgefallen ist. CALKINS and CULL (1907) bilden ein Stadium ab, welches zwischen meinen Figg. A 5 und A 6 steht. In dem von einer Vakuole eingeschlossenen Binnenkörper bilden sich kleine Alveolen aus (Fig. A 6), der Binnenkörper zerfällt in einzelne Brocken, auch diese lösen sich immer weiter auf. Es entsteht ein Stadium, welches in Fig. A 7 wiedergegeben ist: sämtliches Chromatin hat sich in dem vacuolenartigen Gebilde aufgelöst. Außerhalb der Vacuole befindet sich ebenfalls kein Chromatin in den Kernen. Auf diesem Stadium besitzt der Kern kein färberisch darstellbares Chromatin mehr. Es ist dies das wichtigste Stadium der Placentenentwicklung überhaupt.

Schon auf dem in Fig. A 7 dargestellten Stadium ist es zuweilen schwierig, die Kernmembran sicher festzustellen, jetzt wird es nahezu unmöglich, die Kernmembran kontinuierlich zu verfolgen. Sie ist jedoch auch fernerhin vorhanden, nur lassen die ungünstigen Lichtbrechungsverhältnisse selten größere Abschnitte deutlich hervortreten; deshalb habe ich in der Folge auf ihre Wiedergabe verzichtet.

Während des nächsten Stadiums treten an der Oberfläche der ersichtlich chromatinfreien „Vacuole“ kleine chromatische Brocken auf; diese lösen sich ab und zerstreuen sich durch den ganzen Kernraum (Fig. A 8), sie beginnen zu wachsen. Im Anfang sind sie kompakt, später verwandeln sie sich in ringförmige oder halbringartige Gebilde. Diese erreichen eine beträchtliche Größe, ihr Durchmesser kann etwas größer werden als der halbe Durchmesser der Vacuole. Die Vacuole selbst ist verschwunden, nachdem alle chromatinbildende Substanz aus ihr ausgetreten ist.

Die ringförmigen resp. halbringförmigen Gebilde sind von einer etwas helleren Flüssigkeitszone umgeben; es läßt dies auf einen sehr regen Stoffwechsel in ihrer Umgebung schließen. Sie scheinen die Zentren der jetzt einsetzenden allmählichen Chromatinbildung im ganzen Kern zu sein. Die entstehenden Chromatingranula machen den Kern immer empfänglicher für den Farbstoff. Zuletzt ist der

Kern so dunkel gefärbt, daß die ringförmigen „Pseudocaryosome“ unter den dicht gedrängten Chromatinkörnchen verschwinden (Fig. A 9).

Von dem in Fig. A 8 dargestellten Stadium bis zu dem in Fig. A 9 wiedergegebenen Stadium hat der Kern nur wenig an Größe zugenommen, dagegen ist der Chromatingehalt außerordentlich gestiegen. Zu Anfang sind nur Spuren von Chromatin in den „Pseudocaryosomen“ vorhanden, am Ende ist die Placenta durch die vielen Chromatingranula undurchsichtig geworden. An dieser Stelle (Fig. A 9) jedoch beginnt eine starke Quellung des Kerns, mit der die Bildung von Chromatingranula nicht Schritt hält. Der gequollene Kern besitzt eine wabige Struktur; er ist viel heller und durchsichtiger als während des vorhergehenden Stadiums. Auch die „Pseudocaryosome“ mit ihrem helleren Hof treten wieder klar hervor (Fig. A 10).

Die Quellung des Kerns ist auf starke Flüssigkeitsaufnahme zurückzuführen. Die in die Placenta eingedrungene Flüssigkeit durchsetzt deren ganzes Lumen in Gestalt kleinster Bläschen, so daß eine wabige Struktur entsteht.

Die Bildung von Chromatingranula schreitet dauernd fort, während die Quellung des Kerns zum Stillstand kommt. Bald ist der Kernraum von neuem so sehr von chromatischer Substanz erfüllt, daß er wieder vollkommen undurchsichtig erscheint (Fig. A 11).

Vor der ersten Teilung des Exconjuganten beginnt ein erneutes starkes Wachstum des Kernes, während die Chromatinbildung gleichmäßig, aber nur langsam fortschreitet. Der größte Durchmesser dieser Kerne ist doppelt so groß als der des in Fig. A 9 gezeichneten Stadiums, das Volumen ist auf das achtfache gestiegen.

Ich vermag nicht mit Gewißheit zu entscheiden, ob nur zweimal eine starke Flüssigkeitsaufnahme erfolgt, einerseits zwischen Stadium Fig. A 9 und 11, andererseits zwischen Stadium Fig. A 11 und dem im Aussehen Fig. A 10 ähnelnden Endstadium.

In Tabelle 1 sind die größten Längen der Placenten vom Stadium Fig. A 9 an bis zum Endstadium zusammengestellt. Gemessen wurden die Macronuclei von 78 Exconjuganten, welche sich bis auf zwei in einem Präparat befinden. Ich habe in keinem Präparate von *Paramecium caudatum* Conjugationsstadien gefunden, welche in diesem Präparat nicht auch vertreten waren; deshalb ist es sehr wahrscheinlich, daß die großen Lücken in den Zahlenreihen der Tabelle nicht durch das zufällige Fehlen gewisser Entwicklungsstadien bedingt sind.

Ich habe die größten Durchmesser zum Volumenvergleich herangezogen, unter der Annahme, daß alle Placenten von ähnlicher Ge-

stalt sind. Ein Blick auf Figg. A 9—11 zeigt, daß dies nur annähernd der Fall ist. Genauere Messungsmethoden, etwa der Vergleich der $\frac{1}{2}F^2$ (F = größter Schnitt) war nicht angebracht, einmal da die Placenten keine Rotationskörper sind, andererseits weil bei der geringen Zahl der Tiere individuelle Abweichungen genaue Vergleiche illusorisch gemacht hätten.

In jedem der 76 Tiere habe ich den Kern gemessen, welcher ungefähr das Mittel an Volumen besaß. Es war meistens unmöglich alle Placenten zu messen, weil die Längsebene vieler von ihnen mit der Bildebene einen Winkel bildete.

Die obere, fortlaufende Reihe gibt die vierzehnhundertfache größte Ausdehnung in Zentimetern an.

Unter den kompakten Kernen kann man zwei Gruppen unterscheiden. Eine Gruppe besitzt als Mittel der größten Länge 2,4 cm, die andere Gruppe etwa 3,15 cm.

Tabelle 1.

	2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4	0	1	2	3	4	5
kompakte Kerne	1	4	6	7	12	6	4				3	2	3	1	2	2	1												
halbkompakte											1	2	2	2	2														
aufgelockerte											1	3	1	3	1	1	1	2	1									1	

Aus der Tabelle geht hervor, daß bis zur Kernlänge 2,6 cm alle Placenten kompakt sind. In diese Gruppe gehört Stadium Fig. A 9. Dann treten halbkompakte und lockere Kerne auf, welche zu der zweiten Gruppe kompakter Kerne hinüberleiten, allerdings finden sich auch dann gleichgroße, lockere, halbblockere und kompakte Kerne, so daß es zweifelhaft ist, ob das Wachstum von Stadium Fig. A 9 bis Fig. A 11 nur in einer oder in mehreren Etappen stattfindet.

Zur zweiten Gruppe der kompakten Kerne gehört Stadium Fig. A 11. Ein Zwischenstadium zeigt Fig. A 10.

Die Macronuclei zeigten jetzt schon den Bau, welchen sie während der ganzen vegetativen Periode beibehalten. Es fehlt ihnen nur die typische Größe.

Nun erfolgt die erste Teilung des Exconjuganten. Kurz vorher zeigen die Placenten noch ein außerordentliches Wachstum (siehe Tabelle 1). Während des Zeitraums zwischen der ersten und zweiten Teilung findet wieder ein Wechsel zwischen kompakten und lockeren Großkernen statt, ebenso zwischen allen weiteren Teilungen.

Die „Pseudocaryosome“, welche während gewisser Entwicklungsstadien der Placenten in wechselnder Zahl auftreten, scheinen später wieder zu verschmelzen, denn in Tieren mit zwei oder einem Großkern findet man meistens nur ein einziges, von einem chromatinfreien Hof umgebenes Pseudocaryosom, welches während der ersten Generationen nach der Conjugation ringförmige Gestalt besitzt (siehe KLITZKE 1914 Taf. II Fig. 4). Später fehlen solche ausgesprochen caryosomartigen Gebilde, aber dennoch heben sich meistens stärker gefärbte Chromatinbrocken deutlich vom übrigen Chromatin ab; sie scheinen mit den Pseudocaryosomen in Zusammenhang zu stehen, denn zuweilen findet man alle Brocken zu einem einzigen rundlichen Körper vereinigt. Es kommen jedoch auch Großkernstadien vor, welche keine Spur dieser besonderen Strukturelemente aufweisen; es finden also cyclische Veränderungen im Macronucleus statt.

IV. Die Placentenentwicklung bei *Paramaecium bursaria*.

Bei *Paramaecium bursaria* gestaltet sich die Differenzierung der beiden Kernarten wesentlich einfacher als bei *Paramaecium caudatum*.

Nach der Verschmelzung von Stationär- und Wanderkern werden zwei Teilungen ausgeführt, aus welchen vier anfangs gleichartige Kerne hervorgehen. Bei *Paramaecium bursaria* findet keine Kernresorption statt.

Zwei der Kerne, die künftigen Micronuclei bilden sehr kompakte Spindeln aus; diese besitzen einen breiten und einen spitzen Pol. Sie verharren anscheinend bis zur ersten Teilung des Exconjuganten auf diesem Stadium; jedenfalls habe ich, soweit ich die Entwicklung des Exconjuganten verfolgen konnte, keine weitere Veränderung an ihnen wahrgenommen.

Die beiden anderen Kernanlagen quellen etwas auf, lassen jedoch noch geraume Zeit die Chromosomen erkennen. Später sammelt sich das Chromatin in groben Klumpen, diese fließen auf einer Seite zusammen. Ein solcher Kern ist schon von HAMBURGER (1904 Taf. 8 Fig. 34) dargestellt worden. Der Kern plattet sich ab, an einem der beiden breiten Pole der im Querschnitt elliptischen Placenta befindet sich das zusammengefloßene Chromatin. Vielfach findet man auch auf dem entgegengesetzten Pole noch einiges Chromatin (Fig. B1), dieses jedoch vereinigt sich später mit der Hauptmasse.

Das zusammengefllossene Chromatin erfährt eine Verminderung durch chemische Veränderung; es entsteht ein fadenartiges Gebilde, ähnlich dem, wie es auf derselben Stufe bei *Paramaecium caudatum* (Fig. A 2) vorkommt. In ihm treten jedoch nicht so zahlreiche Vacuolen auf, auch fehlen die radiären Fortsätze. Bei *Paramaecium bursaria* verläuft der Entwicklungsprozeß der Placenten weit primitiver als bei *Paramaecium caudatum*.

Das Chromatinband schmilzt immer mehr zusammen, bis nur noch ein kleiner Ring vorhanden ist (Fig. B 2). Die Wand des Ringes ist verhältnismäßig dick, sie enthält kleine Alveolen. Es entspricht dies Stadium der Stufe Fig. A 4 bei *Paramaecium caudatum*. Es besteht jedoch ein wichtiger Unterschied: bei *Paramaecium caudatum* wird alles mit Haematoxylin darstellbare Chromatin verändert, bei *Paramaecium bursaria* bleibt ein geringer Rest im Ring darstellbar. Aber auch im letzteren Fall wird das weitaus meiste Chromatin aufgelöst.



Fig. B1.



Fig. B2.



Fig. B3.

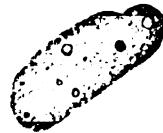


Fig. C.

Fig. B. Entwicklung des neuen Macronucleus nach der Conjugation von *Paramaecium bursaria*

Fig. C. Neuer Macronucleus von *Stylonichia*.

Vom Chromatinring werden auf der folgenden Stufe kleine Klümpchen abgelöst, welche sich wie bei *Paramaecium caudatum* durch das Kerninnere verteilen und mit der Chromatinneubildung in Zusammenhang stehen.

Meine Präparate zeigen die Entwicklung nur bis zu dem Stadium, welches Fig. A 6 bei *Paramaecium caudatum* entspricht. Die bis hierher erwiesene Übereinstimmung in der Entwicklung von *caudatum* und *bursaria* macht eine weitere Übereinstimmung zur Gewißheit. Ob auch periodische Quellungen vorkommen, wie sie für *Paramaecium caudatum* erwiesen sind, muß dahingestellt bleiben.

Bei *Paramaecium bursaria* kann man ebenso wie bei *Paramaecium caudatum* während der vegetativen Periode sehr oft in der gleichmäßig granulierten Grundmasse des Kerns stärker färbbare Körper wahrnehmen, welche wohl auch hier mit den „Pseudocaryosomen“ in Verbindung zu bringen sind.

V. Zur Placentenentwicklung bei *Paramaecium putrinum* und *Stylonychia*.

Mein Material von Entwicklungsstadien anderer Ciliaten ist sehr gering; ich verfüge über eine geringe Zahl Exconjuganten von *Paramaecium putrinum* und *Stylonychia mytilus*. Deshalb kann ich bis jetzt noch keine zusammenhängende Darstellung der Placentenentwicklung dieser beiden Formen bringen. Das bisher Beobachtete legt jedoch die Vermutung nahe, daß ihre Großkernentwicklung in ähnlicher Weise verläuft wie bei *Paramaecium caudatum* und *bursaria*. Deshalb seien meine lückenhaften Beobachtungen hier angeführt.

P. putrinum bildet wie *P. caudatum* nach der Conjugation acht Kerne aus, von denen drei der vier Kernanlagen zugrunde gehen. Die vier Großkernanlagen werden durch zwei Exconjugantenteilungen auf vier Tiere verteilt. Die lebensfähige Kleinkernanlage bildet sofort nach der dritten Syncaryonteilung eine Spindel aus, welche bis zur ersten Teilung des Exconjuganten vorhanden bleibt.

In den Placenten erfolgt eine Auflösung des Chromatins in ähnlicher Weise wie bei *P. bursaria*; es ist dies schon von DOFLEIN (Lehrbuch, dritte Auflage Fig. 179 N) beobachtet worden. Das Chromatin vermindert sich und zieht sich auf eine Seite zurück. Ich habe meistens Placenten gesehen, welche eine beträchtliche Anzahl von Chromatinkugeln enthalten, welche inwendig hohl sind (Pseudocaryosomen?). Die Entwicklung der Placenten scheint noch nicht während der ersten Generation beendet zu werden, denn ich fand ein Tier der zweiten Generation mit zwei Placenten, welche auch noch die Zusammensetzung aus dunklen Kugeln aufwiesen.

Die Placenten von *Stylonychia* weisen während eines gewissen Stadiums in der sehr schwach gefärbten Grundmasse mehrere Pseudocaryosome in Ringform auf (Fig. C), welche denen von *P. caudatum* außerordentlich ähnlich sind.

VI. Literaturbesprechung.

a) Zur Arbeit W. MULSOW (1913).

Es sei mir erlaubt, an dieser Stelle eine kurze Besprechung der Untersuchungen MULSOW's (1913) an *Stentor* einzuschalten, da

dessen Placentenentwicklung der von *Paramaecium* in so hohem Maße ähnlich ist, daß es statthaft erscheint, die Entwicklung zu verallgemeinern.

Bei *Stentor polymorphus* teilt sich das Syncaryon dreimal; von den entstehenden acht Kernen gehen meistens zwei eine neue Teilung ein; es sind die Kleinkernanlagen. Sechs Kerne treten erst in ein Ruhestadium ein und bilden dabei ein echtes Caryosom aus. Dann lockert sich das Caryosom auf, bis es das ganze Kernlumen erfüllt. Das Chromatin tritt zu einem Spirem zusammen, von dem MULSOW vermutet, daß es aus einem einzigen Faden besteht. Dieser Spiremfaden entspricht dem in Fig. A 3 dargestellten Chromatinfaden bei *Paramaecium caudatum*. Wenngleich der Faden sich dort aus Ringen, hier aus Fädchen zusammensetzt, ist doch die Analogie unverkennbar.

Der Spiremfaden zerfällt in einzelne Chromosomen; sie sind als solche erkennbar an dem in ihnen auftretenden Längsspalt. Diese Chromosomen verschwinden (vgl. *Par. caudatum* Fig. A 4 u. 5). MULSOW schreibt darüber:

„Die gespaltenen Chromosomen der Fig. 93 haben an Masse und Färbbarkeit gegenüber denen der Fig. 92 schon bedeutend verloren. Gleichzeitig¹⁾ beginnt sich im Innern der Macronucleusanlage ein Körper zu bilden, der sich auf den folgenden Stadien klarer findet, ein homogen schwach gefärbter Körper, der innen chromatisch gefärbte Brocken enthält und nach außen nicht scharf begrenzt ist. Dieser Körper, vermutlich aus Plastin bestehend, erscheint später, außen scharf konturiert und innen größere chromatische Masse enthaltend, regelmäßig in allen Macronucleusanlagen“.

Über die Bedeutung und die Funktion dieses „Pseudocaryosoms“ konnte MULSOW keine Angaben machen. Da bei *Par. caud.* der Vorgang ganz ähnlich verläuft (Fig. A 4–6), wage ich, die von MULSOW beobachteten Stadien zu deuten: Das gleichzeitig mit dem Verschwinden der Chromosomen auftretende Pseudocaryosom entsteht durch den Zusammentritt der Chromosomen. Ich stütze mich dabei besonders auf die von MULSOW angegebene Gleichzeitigkeit beider Vorgänge. Placenten, wie sie MULSOW in Fig. 94 für *Stentor* abbildet, erinnern außerordentlich an Fig. A 6 bei *Paramaecium*.

Später verschwindet das Pseudocaryosom, während dafür Nucleolen auftreten. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei *Stentor polymorphus* die Nucleolen ihren Ursprung ebenso wie bei *Paramaecium*

¹⁾ Von KLITZKE gesperrt.

caudatum und *bursaria* im Pseudocaryosom haben, und daß sie auch hier Zentren der Chromatinbildung sind.

Bei *Stentor coeruleus* scheint der Prozeß ähnlich zu verlaufen, wie bei *Stentor polymorphus*, wenngleich es MULSOW an dem schwierigen Objekt nicht möglich war, eine so große Folge von Stadien festzulegen wie bei *Stentor polymorphus*. Für die Analogie der Placentenentwicklung von *Stentor coeruleus* mit der von *Paramaecium* erscheinen mir folgende Sätze MULSOW's von Wichtigkeit zu sein: „Das Chromatin . . . tritt kurze Zeit fast völlig zurück“. Ferner: „Dann erscheinen, beim weiteren Wachstum, Nucleolen in wachsender Zahl im Kern“. Die korrespondierenden Stadien bei *Paramaecium caudatum* sind in Fig. A 7 u. 8 abgebildet.

b) Ältere Literatur.

Auf ältere Angaben über Placentenentwicklung möchte ich jetzt nur kurz zu sprechen kommen.

In den einschlägigen Arbeiten ist die Placentenentwicklung immer nur in zweiter Linie berücksichtigt; so ist es erklärlich, daß manche irrigen Auffassungen vertreten worden sind. Trotzdem gestatten die Bilder nicht selten einen Vergleich mit *Paramaecium caudatum*, *bursaria* und *Stentor polymorphus*. Viel Material in dieser Beziehung bieten die Monographien von BÜTSCHLI 1876 und MAUPAS 1889.

Eins ist allen Untersuchern aufgefallen: daß nämlich die Placenten auf einer gewissen Entwicklungsstufe außerordentlich schwach färbbar sind. Während dieses Stadiums ist in den Placenten von *Paramaecium caudatum* überhaupt kein Chromatin vorhanden, wenn man das Chromatin in der üblichen, färbungsdiagnostischen Weise auffaßt; bei *Paramaecium bursaria* ist nur ein Minimum in der Form eines Ringes darstellbar. Dies Stadium hat bisher eine unrichtige Deutung erfahren: während seiner Dauer sollte das Chromatin ganz außerordentlich fein verteilt sein. Das ist ein Irrtum. Das Chromatin erfährt nicht etwa nur eine physikalische Auflösung, sondern in ihm gehen chemische Veränderungen vor sich, so daß es die Affinität zu den üblichen Kernfarbstoffen verliert.

Die weitaus meisten Angaben über Placentenentwicklung erlauben ohne weiteres eine Verallgemeinerung meiner Befunde an *Paramaecium caudatum* und *bursaria*; einige wenige Angaben lassen sich damit jedoch nicht in Vereinigung bringen.

So wird von HAMBURGER (1904) gerade für *Paramaecium bursaria* angegeben, daß das aufgelöste Chromatin der alten Kerne in die sehr schwach gefärbten Placenten eindringt und sie mit Chromatin erfüllt. Die sehr sonderbare Konsequenz hieraus ist, daß infolge der Conjugation zwar eine neue Kernmembran gebildet wird, daß aber das Wesentliche, das Chromatin einfach aus dem alten Kern übernommen wird.

Ich habe die Placentenentwicklung von *Paramaecium bursaria* bis jetzt nur bis zu den Fig. A 8 entsprechenden Stadium zusammenhängend verfolgen können. Dennoch kann ich zwei Gründe zur Widerlegung der Ansicht HAMBURGER's anführen: Einmal gestattet die bis zu diesem späten Stadium herrschende Analogie der Entwicklung von *P. caudatum* und dem nahestehenden *P. bursaria* den Schluß, daß die Entwicklung auch in den letzten Stadien analog verläuft. Von noch größerem Gewicht ist das Folgende. Während der letzten mir zur Verfügung stehenden Stadien von *P. bursaria* ist der alte Großkern bereits vollkommen degeneriert. Das Chromatin ist nicht mehr fein verteilt, sondern es bildet Ringe aus, welche verklumpt sein können. Sie erinnern an gewisse Degenerationsbilder von *P. caudatum*. Außerdem besitzt der Kern schon nicht mehr seine normale Gestalt. Nach HAMBURGER soll der Großkern jedoch auf diesem Stadium noch seinen typischen Aufbau besitzen.

Im Gegensatz zu meinen Beobachtungen gibt HAMBURGER an, daß zu keiner Zeit im Kern größere Einschlüsse auftreten. Die wenigen Einschlüsse, welche sie mit E.H. darstellte, hält sie für Artefakte. Ich fand zu jeder Zeit auch bei *P. bursaria* Einschlüsse im Kern. Die Beobachtungsdifferenzen entstammen den verschiedenen Färbemethoden. HAMBURGER färbte zur Hauptsache mit Karmin; auf diese Weise erhält man nicht so gut differenzierte Bilder wie mit Haematoxylin, welches von mir vorwiegend verwendet wurde. Auch die irrtümliche Anschauung von der Chromatinwanderung aus dem alten Großkern in die Placenten wird auf die wenig geeignete Färbung zurückzuführen sein.

Eine andere irrtümliche Beobachtung hat FAURÉ-FREMIET (1911) publiziert. Er hat die totale Conjugation von *Glossatella tintinnabulum* untersucht. Während der Conjugation degenerieren die alten Großkerne in ähnlicher Weise, wie es für *Paramaecium caudatum* (MAUPAS 1889), *Paramaecium aurelia* (MAUPAS 1889, HERTWIG 1889), *Bursaria truncatella* (VON PROWAZEK 1889) beschrieben ist. Der Kern löst sich in einen Knäuel von gleich dicken Strängen auf. Bald entstehen

zahlreiche dünne Stellen in dem ursprünglich einheitlichen Knäuel, es zerfällt in einzelne Stränge, welche sich zu Kugeln zusammenziehen und vollkommen degenerieren. Dieser Degenerationsvorgang besitzt einige äußerliche Ähnlichkeiten mit dem Knäuelstadium der Mitose und diese Ähnlichkeit hat FAURÉ-FREMIET verleitet, in den Degenerationsfiguren den Zerfall des Großkerns in Chromosomen zu sehen. Aus den „Chromosomen“ gehen nach FAURÉ-FREMIET durch Verschmelzung neue Macronuclei hervor; er vergleicht diesen Vorgang z. B. mit der Kernrekonstruktion bei *Ascaris*. Eine Abbildung gibt der Verfasser p. 202 Fig. 16. Die ersten drei Bilder der Fig. 16 sind anscheinend Degenerationsstadien des alten Macronucleus; das vierte Bild zeigt eine junge Placenta, welche jedoch nicht durch die Verschmelzung degenerierender Macronucleusbruchstücke, sondern durch Teilung aus dem Syncaryon entstanden ist.

VII. Theoretische Folgerungen.

Die theoretische Deutung der Beobachtungen soll nur in großen Zügen skizziert werden.

Das Spiremstadium der Placenta ist schon von MULSOW (1913) als Einleitung zu einer Teilung der Großkernanlage angesehen worden. Diese Teilung wird jedoch unterdrückt. Meine Beobachtungen sprechen gleichfalls für diese Annahme. Mit Recht hebt MULSOW hervor, daß dies für die phylogenetische Gleichwertigkeit von Macronuclei und Micronuclei spricht; denn die Teilung, welche die Placenta anstrebt, wird von der Kleinkernanlage wirklich durchgeführt. Diese Tatsache schließt sich den Erörterungen an, welche den zweiten Abschnitt dieser Arbeit ausmachen.

Sehr wichtig ist der Vorgang, welcher in Fig. A 4—8 dargestellt ist: Die chemische Veränderung des Chromatins, welche zu Verbindungen führt, die sich nicht mehr mit den üblichen Farbstoffen darstellen lassen. Später erfolgt dann wieder die Bildung von Chromatin aus den nichtfärbbaren Verbindungen. Diese Stadien sind von außerordentlicher Wichtigkeit, weil zwischen der Funktion der Groß- und Kleinkerne Differenzen bestehen. Diese Differenzen haben mit zur Aufstellung der Begriffe „generatives Chromatin“ und „vegetatives Chromatin“ geführt. Das vegetative Chromatin entsteht durch Veränderung des generativen Chromatins. Die Umwandlung von

generativem Chromatin in vegetatives ist bei den Ciliaten eben infolge der funktionellen Trennung morphologisch zu verfolgen. Die in Fig. A4—8 abgebildeten Vorgänge stellen die Verwandlung von generativem in vegetatives Chromatin dar. Wahrscheinlich ist auch eine Rückentwicklung möglich.

Die Lehre vom funktionellen Dualismus der Kernsubstanzen ist mehrfach angegriffen worden. Die Gegengründe richten sich, soweit sie berechtigt scheinen, immer nur gegen den prinzipiellen Dualismus. Einem prinzipiellen Dualismus soll hier nicht das Wort geredet werden. Der prinzipielle Dualismus ist von den Begründern der Lehre nicht vertreten worden. Der Begriff ist erst durch unrichtige Auffassung der Versuche, eine Nomenklatur festzulegen, entstanden.

Ich möchte einen Augenblick bei den Einwänden SWARCZEWSKY'S (1912) gegen den Chromatindualismus verweilen. Von ihnen gilt das oben Gesagte. Sie richten sich nicht gegen die Lehre, wie sie von SCHAUDINN, HERTWIG, GOLDSCHMIDT, HARTMANN und PROWAZEK (1907) vertreten wird, nicht gegen den funktionellen, sondern gegen einen prinzipiellen Dualismus. Besonders die Einwände gegen die Ansicht daß die Doppelkernigkeit der Ciliaten ein Ausdruck der Duplizität der Kernsubstanz sei, sind an dieser Stelle von Interesse.

Sehr viel Gewicht legt SWARCZEWSKY darauf, daß während der Conjugation bei Ciliaten mit mehreren oder vielen Kleinkernen alle bis auf einen zugrunde gehen, und daß nur dieser eine die generativen Prozesse durchführt. Nach SWARCZEWSKY bedeutet das „keinen durch nichts erklärbaren Verlust von Idiochromatin, sondern einfach eine Degeneration des Überschusses an Kernsubstanz, welcher in dem geschlechtlichen Prozesse keine Verwendung findet“. Ich möchte eine Tatsache anführen, welche diesen Beweis entkräftet: Während der Reifungsteilungen eines Kernes kann von den beiden in ihm vorhandenen Chromosomensortimenten eins zugrunde gehen. Das zugrundegehende Sortiment ist auch zweifellos generativer Natur, da es als Träger von Vererbungsdeterminanten aufzufassen ist. Ähnlich ist die Auflösung von Kleinkernen bei den Ciliaten zu verstehen. Es ist dies selbstverständlich kein homologer, sondern nur ein analoger Vorgang.

Ein weiterer Einwand SWARCZEWSKY'S ist, daß aus dem „vegetativen“ Großkern „generative“ Kleinkerne gebildet werden können. Mir scheint auch darin nichts Beweisendes zu liegen, da ich zu der Annahme gelangt bin, daß der Großkern außer dem vegetativen Chromatin auch noch generatives Chromatin enthält, welches sich zuweilen morphologisch als Pseudocaryosom vom vegetativen Chro-

matin unterscheiden läßt. Das vegetative Chromatin kann den Kleinkern regenerieren [LE DANTEC (1897), CALKINS (1907).] Auf die Angaben LE DANTEC's darf nicht viel Gewicht gelegt werden, da er sich in seiner sehr kurzen Notiz außerordentlich vorsichtig ausdrückt.

SWARCZEWSKY's Angriffe erklären sich aus einer unrichtigen Beurteilung der Lehre vom Chromatindualismus. Seine eigene Ansicht, die er p. 542 im letzten Abschnitt gibt, könnte sogar von einem Vertreter der Hypothese geschrieben sein. Er gibt zu, daß im Kleinkern das Chromatin in ursprünglicher, unberührter Form vorhanden sei, während es im Großkern in chemisch veränderter Form bestehe. Dasselbe behaupten die Begründer der Hypothese von der Chromatinduplizität, und sie haben für die beiden Modifikationen derselben Substanz die Worte „generatives“ und „vegetatives“ Chromatin eingeführt. SWARCZEWSKY's Auffassung steht also, trotzdem er gegen die Hypothese Stellung nimmt, der Chromatindualismushypothese sehr nahe.

Zur Begründung meiner Auffassung, daß die „Pseudocaryosome“ Sitz des generativen Chromatins sind, möchte kurz folgendes ausgeführt sein. Bei *Ichtiophytirius* ist während des vegetativen Lebens nur ein Großkern vorhanden; ein Kleinkern fehlt. Später werden Kleinkerne gebildet. Sie liegen ursprünglich als Pseudocaryosome im Großkern und treten dann aus. (Da zuweilen zwei oder drei Kleinkerne austreten, muß schon vorher eine Teilung des generativen Chromatins erfolgt sein.) Ferner fand ich bei kleinkernlosen Colpidien (vielleicht *Leucophrys*?) ein ganz ausgeprägtes Pseudocaryosom inmitten des Großkerns, vom übrigen Chromatin des Großkerns durch eine breite helle Zone getrennt. Ebenso deuten noch nicht weiter verfolgte Beobachtungen an *Colpoda* darauf hin, daß hier aus den Pseudocaryosomen Kleinkerne hervorgehen.

Das Verhalten des Pseudocaryosoms von *Boveria subcylindrica* während der Teilung ist von N. M. STEVENS (1901, 1903) verfolgt. Es wird amitotisch mit durchgeschnürt; es differenziert sich erst kurz vor der Teilung. Nach v. PROWAZEK (1909) wird allerdings das Pseudocaryosom von *Leucophrys* bei der Teilung ausgestoßen. Wenn sich das bestätigen sollte, bedürfte meine Ansicht einer Berichtigung.

Ich habe mich in dieser Arbeit bemüht, Vergleichspunkte zwischen der Kernentwicklung einiger Ciliaten zu finden. Die Placentenentwicklung bei den Ciliophora verläuft, ebenso wie die Conjugation selbst¹⁾,

¹⁾ Es wird von einigen Autoren die Ansicht vertreten, daß das von MAUPAS aufgestellte Schema nicht umfassend sei, daß in dem Conjugationsverlauf ver-

nach einem einfachen Schema. Das aus dem generativen Syncaryon stammende Chromatin der Placenten erleidet tiefgreifende chemische Veränderungen: aus „generativem“ Chromatin wird „vegetatives“ Chromatin gebildet. Die Chromatisierung der Kerne geht aus von Pseudocaryosomen, welche auch während der späteren Kernstadien vorhanden sein können. Sie dürften generativer Natur sein und können zur Erklärung der Kleinkernregeneration aus dem Großkern herangezogen werden.

H a m b u r g, Dezember 1913.

Literaturverzeichnis.

(Es werden nur die wichtigsten Arbeiten angeführt.)

- BUSCHKIEL (1910): Beiträge zur Kenntnis des Ichthyophthirius multifiliis. Arch. Protistk. Bd. 3.
- BÜTSCHLI, O. (1876): Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Conjugation der Infusorien. Arch. d. Senck. Naturf. Ges. Bd. 10.
- (1887—89): Protozoa. n: BRONN's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs.
- BRUMPT (1913): Études sur les Infusoires Parasites. I. La conjugaison d'Anoplophrya circulans BALBIANI. Arch. de Parasitol. T. 16.
- CALKINS, G. N. and CULL, S. W. (1907): The Conjugation of Paramaecium aurelia (caudatum). Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- DOBEL, C. C. (1909): Chromidia and the Binuclearity Hypotheses: a Review and a Criticism. Quart. Journ. of Micr. Science Vol. 53.
- DOFLEIN, F. (1907): Beobachtungen und Ideen über die Conjugation der Infusorien. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München Bd. 23.
- (1911): Lehrbuch der Protistenkunde. Jena. 3. Aufl.
- GOLDSCHMIDT, R. (1905): Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
- GOLDSCHMIDT, R. u. POPOFF, M. (1907): Die Caryokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen- und Metazoenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.

schiedener Ciliophora ganz andersgeartete Gesetzmäßigkeiten zutage treten. Einen wichtigen Beweisgrund bildet die sogenannte Conjugation der Macronuclei bei *Spirochona*, *Dendrocometes*, *Anoplophrya*. Folgen dieser „Conjugation“ sind nicht angegeben worden. Die „conjugierten“ Macronuclei degenerieren wie die Macronuclei jedes anderen Conjuganten. HICKSON (1902) vermutet allerdings, daß die aufgelöste Substanz der Großkerne unsichtbar ihre Wirkung entfalte. Die neueren Untersucher von Suctorien und *Anoplophrya* (MARTIN 1909, COLLIN 1909, BRUMPT 1913) halten an der Allgemeingültigkeit des Schemas von MAUPAS fest und sehen in dem Übertritt degenerierender Macronucleusteile nur eine unwesentliche Variation der Großkernregeneration.

- HAMBURGER, CL. (1904): Die Conjugation von *Paramecium bursaria* FOCKE. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.
- HARTMANN, M. u. PROWAZEK, S. v. (1907): Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Ein Beitrag zur Lehre von der Doppelkernigkeit der Zelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.
- HERTWIG, R. (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. Bd. 17 1. Abt.
- (1902): Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. f. Protistenk. Bd. 1.
- (1907): Über den Chromidialapparat und den Dualismus der Kernsubstanzen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München Bd. 23.
- HICKSON, S. J. and WADSWORTH, G. T. (1902): *Dendrocometes paradoxus*. Part I. Conjugation. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 45.
- KLITZKE, M. (1914): Über Wiederconjuganten bei *Paramecium caudatum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
- LE DANTEL, F. (1897): Le régénération du micronucleus chez quelques Infusoires ciliés. C. R. Acad. Sci. Paris T. 125.
- MARTIN, C. H. (1909): Some Observations on *Acinetaria*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 53.
- MAUPAS, E. (1899): Le rajeunissement caryogamique chez les ciliés. Arch. Zool. expér. (2) T. 6.
- MESNIL, F. (1905): Chromidies et Questions connexes. Bull. de l'Inst. Pasteur T. 3.
- MULSOW, W. (1913): Die Conjugation von *Stentor coeruleus* und *Stentor polymorphus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 28.
- NERESHEIMER (1908): Der Zeugungskreis des *Ichthyophthirius*. Ber. kgl. bayr. Versuchsstation München Bd. 1.
- POPOFF, M. (1908): Die Gametenbildung und die Conjugation von *Carchesium polypinum* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 89.
- PROWAZEK, S. v. (1899): Protozoenstudien. I. *Bursaria truncatella* und ihre Conjugation. Beiträge zur Naturgeschichte der Hypotrichen. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien Bd. 11.
- (1909): Formdimorphismus bei ciliaten Infusorien. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. Vol. 1.
- SCHAUDINN, F. (1903): Untersuchung über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 20.
- (1905): Neuere Forschungen über die Befruchtung bei Protozoen. Verhandl. d. deutsch. zool. Ges. Breslau.
- STEVENS, N. M. (1903): Further Studies on the Ciliate Infusoria *Licnophora* and *Boveria*. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.
- SWARCZEWSKY, B. (1912): Zur Chromidienfrage und Kerndualismushypothese. Biol. Centralbl. Bd. 32.

Nachruf.

Die vorstehende Arbeit fand sich als fast druckfertiges Manuskript mit einigen Änderungsvorschlägen PROWAZEK's versehen im Nachlaß ihres Verfassers, so daß es mit geringen Änderungen veröffentlicht werden konnte. Der Verfasser ist, knapp 20 Jahre alt, am 27. Januar 1915 an den Folgen einer schweren Verwundung, die er als Kriegsfreiwilliger am 16. November 1914 bei Czenstochau in Polen erlitt, im Reservelazarett in Oppeln gestorben. Trotz seines jugendlichen Alters ist er schon als Protozoenforscher durch Arbeiten über das Rhizopod *Neblea*, sowie vor allem über Wiederconjuganten bei *Paramaecium caudatum* erfolgreich hervorgetreten. Diese Arbeiten, sowie die obenstehende Mitteilung legen Zeugnis ab von dem großen Fleiß, der guten Beobachtungsgabe und dem klaren Denken des jugendlichen Forschers. Um diese Leistungen richtig zu würdigen, muß man bedenken, daß ein 17—18jähriger Schüler neben seiner Schulzeit diese Arbeiten ausgeführt hat.

MAX KLITZKE wurde zu Hamburg am 19. Januar 1895 geboren und wollte zuerst Volksschullehrer werden, zu welchem Zwecke er das Lehrerseminar besuchte. Dasselbst hatte er seine ersten Biologiestunden und zeigte von Anfang an großes Interesse für mikroskopische Untersuchungen, und suchte in seiner freien Zeit durch Lesen von Büchern und Selbstbeobachtungen sein Wissen zu bereichern. Im Januar 1912 nahm ihn Prof. VON PROWAZEK als Schüler in seine Abteilung am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten auf, wo er sich in kurzer Zeit zu einem selbständig arbeitenden Protozoenforscher entwickelte. Um später zum Besuch einer Universität zugelassen zu werden, machte er an der Oberrealschule Uhlenhorst die Prüfung für Prima und besuchte bis zum Ausbruch des Krieges die Unterprima daselbst.

PROWAZEK schätzte seinen jungen Schüler als ebenso tüchtigen wie hervorragend begabten Menschen, und wir alle setzten die größten Hoffnungen auf seine weitere Entwicklung, die durch seinen frühen Tod jäh vernichtet wurden.

Max Hartmann.

Besprechungen.

Neuere Untersuchungen über die Cyanophyceen.

- 1) E. G. PRINGSHEIM: Kulturversuche mit chlorophyllführenden Microorganismen. III. Zur Physiologie der Schizophyceen. COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 12 1913 p. 49.
- 2) R. GLADE: Zur Kenntnis der Gattung *Cylindrospermum*. Ibid. Bd. 12 1914 p. 295.
- 3) H. MAERTENS: Das Wachstum der Blaualgen in mineralischen Nährlösungen. Ibid. Bd. 12 1914 p. 439.
- 4) K. BORESCH: Die Färbung der Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt des Substrates. Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. 52 1912 p. 145.
- 5) W. MAGNUS u. B. SCHINDLER: Über den Einfluß der Nährsalze auf die Färbung der Oscillarien. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 30 1912 p. 314.
- 6) B. SCHINDLER: Über den Farbenwechsel der Oscillarien. Zeitschr. f. Bot. Bd. 5 1913 p. 497.
- 7) A. PIEPER: Die Diaphototaxis der Oscillarien. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 31 1913 p. 594.
- 8) —: Die Phototaxis der Oscillarien. Dissertation. Berlin 1914. 68 S.
- 9) R. FECHNER: Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. Zeitschr. f. Bot. Bd. 7 1915 S. 289.

In den letzten Jahren sind unsere Kenntnisse der Cyanophyceenphysiologie durch eine ganze Reihe von Arbeiten erweitert worden.

Mit der Ernährungsphysiologie haben sich hauptsächlich E. G. PRINGSHEIM und seine Schüler beschäftigt. PRINGSHEIM (1) selber gelang es, das alte, oft vergeblich in Angriff genommene Problem der Cyanophyceenreinkultur zu lösen. Die Schwierigkeit liegt darin, daß die Cyanophyceen in ihren Schleimhüllen immer Bakterien mitschleppen, von denen man sie bisher nicht befreien konnte. PRINGSHEIM erreichte dies dadurch, daß er anstatt des gebräuchlichen Agar-Agars eine Schicht von kolloidaler Kieselsäure mit den nötigen anorganischen Nährsalzen (0,01proz. KNO_3 , 0,02proz. MgSO_4 , 0,02proz. K_2HPO_4) verwandte. Auf dieser breiteten sich die

Blualgen aus und streiften beim Gleiten über die Gallertoberfläche die größte Masse der anhaftenden Bakterien ab. Letztere fanden darauf auch keine Nährstoffe, während sich die Algen am Lichte gut vermehrten. So konnten schließlich durch wiederholtes Überimpfen einzelne Fäden von Bakterien befreit werden. Die Prüfung auf völlige Reinkultur geschah durch Übertragung auf Agar mit organischen Stickstoffverbindungen, wobei keine Bakterien auftraten.

Die mit diesen Reinkulturen angestellten ernährungsphysiologischen Versuche ergaben manches Interessante. Nach dem häufigen Vorkommen der Oscillarien in schmutzigen, fauligen Tümpeln sollte man erwarten, daß organische Stoffe ihre Entwicklung fördern. Das ist indessen nicht der Fall. Zwar können verschiedene organische Stoffe im Lichte verarbeitet werden, doch gedeihen solche Kulturen niemals besser als die auf rein anorganischem Substrat gezüchteten. Im Dunkeln war auch bei reichlicher organischer Ernährung keine Entwicklung zu erzielen. Die untersuchten Formen sind also wohl sicher autotroph.

Zwei Schüler PRINGSHEIM's haben die neue Reinkulturmethode benutzt, um einige spezielle ernährungsphysiologische Fragen zu lösen. GLADE (2) hat zunächst festgestellt, daß die Vermutung BEIJERINCK's, die Blualgen seien imstande, den Stickstoff der Luft zu binden, nicht richtig ist. Ohne eine oft allerdings minimale Menge von Stickstoffsalzen vermögen sich die Cyanophyceen nicht zu vermehren. GLADE und weiterhin MAERTENS (3) haben sich dann die Frage vorgelegt, welche Ernährungsbedingungen die besten für diese Organismen sind. Es stellte sich dabei heraus, daß Calciumnitrat die günstigste Stickstoffquelle ist, erst in weiterem Abstände folgen Ammoniumphosphat und Kaliumnitrat. Kaliumnitrit konnte von Oscillarien verwendet werden, erwies sich aber nicht günstig für die anderen Arten. Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat waren nicht gut brauchbar. Das Stickstoffbedürfnis war bei den einzelnen Arten verschieden. Die größte Stickstoffmenge beanspruchen die Oscillarien *Cylindrospermum licheniforme* f. typ. und *Cylindrospermum minutissimum*, die geringste die übrigen *Cylindrospermum*-Arten und *Calothrix stellaris*. In der Mitte steht *Nostoc*. Calcium ist ein unentbehrliches Element für die untersuchten Blualgen. Seine völlige Ersetzung durch Strontium ist nicht möglich. Auch Kalium wurde in erheblichen Mengen verbraucht. Es kann nicht durch Natrium ersetzt werden. Die Blualgen verhalten sich also in ihrem Nährsalzbedürfnis genau wie höhere Pflanzen, doch ist bei der Wahl der Salze und der Bereitung der Nährlösungen auf die Reaktion der Flüssigkeit viel strenger zu achten, als es bei letzteren der Fall sein muß. Am besten gedeihen die Cyanophyceen, wie das früher schon für andere Algen festgestellt ist, in einer schwach alkalischen Lösung, wie sie durch das sekundäre Kaliumphosphat erreicht wird.

Die Wichtigkeit des Stickstoffs für die Ernährung der Blualgen hatte sich schon aus den etwas früher erschienenen Arbeiten von BORESCH (4), sowie von MAGNUS und SCHINDLER (5, 6) ergeben. Diese Autoren fanden übereinstimmend, daß sich bei einer Verarmung der Nährlösungen an Stickstoffsalzen eine Verfärbung in Braun bis Gelb einstellt. Bei einer erneuten Darbietung von Stickstoff tritt auch die grüne Farbe wieder auf. Während BORESCH sich hauptsächlich mit den näheren Bedingungen dieses

Wiederergrünes beschäftigte und z. B. feststellte, daß es auch im Dunkeln erfolgt, haben MAGNUS und SCHINDLER die Erscheinung in Beziehung zu einer viel diskutierten Frage von allgemeinerer Bedeutung gebracht.

Bekanntlich hat ENGELMANN die Theorie aufgestellt, daß die rote Farbe der Rhodophyceen und die braune der Phaeophyceen durch „komplementäre chromatische Adaption“ zu erklären sei, weil nur die blauen und grünen Strahlen tiefer in das Meerwasser eindringen und nur durch komplementär, also braun oder rot, gefärbte Chromatophoren gut absorbiert werden können. Eine starke Stütze erhielt diese geistreiche Theorie, als GAIDUKOW zeigen zu können glaubte, daß die Oscillarien unter der Einwirkung farbigen Lichtes eine der Beleuchtung annähernd komplementäre Farbe annehmen. Die unter MAGNUS' Leitung von SCHINDLER angestellten Versuche haben nun aber erwiesen, daß die Farbenveränderungen völlig unabhängig vom Einfluß farbigen Lichtes auftreten können. Sie sind im wesentlichen den schon erwähnten Ernährungsstörungen bei Stickstoffmangel zuzuschreiben. Die Kulturen in farbigem Licht zeigten keine chromatische Adaption. Sowohl im gelbroten wie im grünen Licht trat nach einiger Zeit die Gelbfärbung auf, dagegen blieb sie aus im blauen Licht, wo sie sich nach GAIDUKOW gerade hätte bemerkbar machen müssen. Diese Konstanz der Farbe im blauen Licht hängt auch mit Ernährungsverhältnissen zusammen: Da sich Oscillarien im blauen Licht am schwächsten entwickeln, wird das Nährsubstrat hier nicht so schnell erschöpft. GAIDUKOW hat also die in den Ernährungsstörungen liegenden Fehlerquellen übersehen und seine Theorie muß heute als unbewiesen gelten.

Auch die Reizphysiologie der Oscillarien ist durch zwei Schüler von MAGNUS untersucht worden. PIEPER (7, 8) hat sich mit der Lichtreizbarkeit beschäftigt. Er konnte die Beobachtung von FAMINTZIN bestätigen, daß sie bei schwächeren Lichtintensitäten positiv, bei stärkeren negativ reagieren. Die Schwellenwerte konnten ziemlich genau bestimmt werden. Die Deutung der Reaktionen wird dadurch erschwert, daß die Oscillarien vor allem die Tendenz haben, sich vom Impffleck radial auszubreiten. Die Phototaxis äußert sich demgemäß darin, daß die Ausbreitung auf der dem Licht zugekehrten Seite des Impfflecks stärker ist als auf der abgekehrten Seite. Reizversuche in monochromatischem Licht haben ergeben, daß Rot am stärksten und blau am schwächsten wirkt, was mit den Beobachtungen SCHINDLER's übereinstimmt, wonach das Wachstum im roten Licht am meisten und im blauen am wenigsten gefördert wird. Außerdem hat PIEPER festgestellt, daß die Oscillarien, wenn sie in eine Zone optimaler Lichtstärke geraten sind, sich zum größten Teil senkrecht zum Lichteinfall stellen. Sie sind dann in eine Ruhelage gekommen, in der sie langsam hin und her kriechen. Er nennt diese Erscheinung Diaphototaxis.

Daß die Oscillarien chemotaktisch reizbar seien, ist schon von SCHINDLER und besonders von PRINGSHEIM vermutet worden, der auch bereits einige dahinzielende Versuche angestellt hat. Eine genauere Analyse dieser Verhältnisse hat ein anderer Schüler von MAGNUS, FECHNER (9), durchgeführt. Überraschenderweise konnte er auf keine Weise einen positiven Chemotropismus nachweisen. Auch gegen Stoffe, die unzweifelhaft nützlich für die Oscillarien sind, wie ihre besten Nährstoffe, verhalten sie sich entweder indifferent oder bei stärkeren Konzentrationen negativ chemo-

tropisch. Von einer Achseneinstellung der Fäden in die Richtung des Reizgefälles ist nichts zu bemerken. Die Oscillarien zeigen also keine Topotaxis. Sie wandern vielmehr ziellos auf ihrem Substrat umher und kehren um, wenn sie in Reizstoffkonzentrationen kommen, die ihrem Fortkommen ungünstig sind. Sie werden daher an solchen Stellen festgehalten, die ihnen optimale Lebensbedingungen gewähren. Dort entsteht dann eine Zone stärkster Ansammlung, deren Entfernung der Konzentration des Reizstoffes proportional ist. Die chemotropische Reizbarkeit der Oscillarien äußert sich also in einer typischen Phototaxis.

Die Repulsionserscheinungen der einzelnen Fäden bei stärkerer chemischer Reizung hat FECHNER auch mikroskopisch untersucht. Das hat ihn dazu geführt, sich mit den Bewegungserscheinungen im allgemeinen zu beschäftigen. Er hat sie mittels des bekannten Tuscheverfahrens studiert und ist dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß die bisher geäußerten Theorien die Bewegungserscheinungen nicht verständlich machen können. Deshalb erweitert er die LAUTERBORN-SCHRÖDER'sche Theorie, wonach die Bewegung durch eine Gallertausscheidung am hinteren Ende hervorgerufen werden soll durch die Annahme einer Schleimbildung an beiden Enden des Fadens. Die Quellungsrichtung des Schleimes geht von beiden Enden nach der Mitte, und der Faden muß sich daher mit dem Ende voran bewegen, an dem gerade die stärkste Schleimabsonderung stattfindet. Außerdem ist die Hauptquellungsachse des Schleimes zur Längsachse des Fadens geneigt, woraus sich die ständige Drehung der Oscillarien um ihre Längsachse erklärt. FECHNER hat die Schleimabsonderung an beiden Enden im Tuschepräparat direkt festgestellt und auch die übrigen Punkte seiner Theorie, die hier nur in den Hauptpunkten angedeutet werden konnte, steht mit den beobachteten Tatsachen gut im Einklang. Ihre Anwendung auf die negativ chemotropischen Reizerscheinungen führt ihn schließlich noch zu dem interessanten Schluß, daß bei den Oscillarien eine Reizleitung erfolgen muß. Bringt man nämlich an die vorangehende Spitze eines Oscillarienfadens mittels einer Kapillare einen kleinen Tropfen eines negativ wirkenden Reizmittels, so erfolgt sofort eine Umkehr der Kriechbewegung. Der Reiz, der am einen Ende perzipiert wird, muß also zum anderen Ende geleitet sein und dort eine vermehrte Schleimausscheidung ausgelöst haben.

NIENBURG.

10.



11.



1



12.



3.



2.



7.



13.



8.

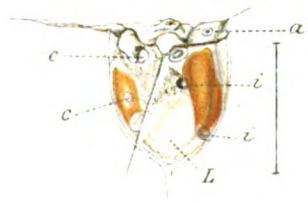


9.

4.

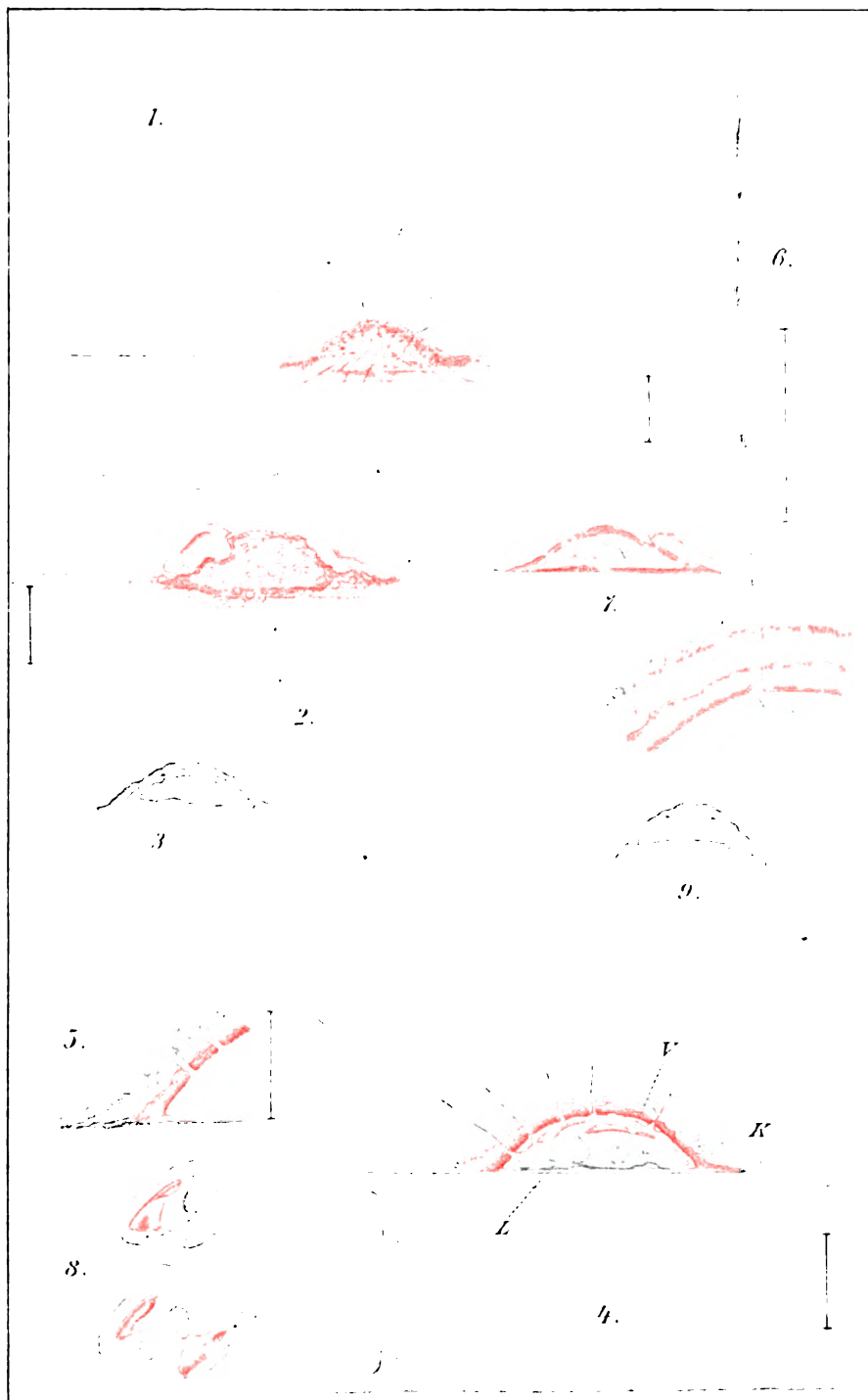


6.



5.





Fischer, Leipzig.

Verlag von Gustav Fischer, Leipzig.

Druck von J. Neumann, Leipzig.



Plasmodium

V. Ring von der der Fächer in Jena.

Lehr-Anst. v. A. Giltisch, Jena



Trichocerca

Trichocerca

Trichocerca

1.



2.



3.



4.



5.



7.



6a.



6b.



10.



8.



9.



11.



12.



13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



25.



24.



26.



27.



28.



29.



30.



31.



32.



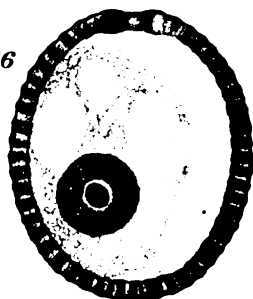
33.



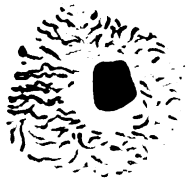
35



36



34.



37.



Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Protozoenstudien. II.

Von

Karl Bělař, Wien.

(II. zoologisches Institut der Universität.)

(Hierzu Tafel 13—21 und 5 Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	242
II. <i>Monocercomonas orthopterorum</i>	242
1. Material und Methoden	242
2. Bau und Teilung	243
3. Schluß	251
Anhang: <i>Octomitus periplanetae</i> n. sp.	254
III. Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von <i>Trypanoplasma helicis</i> LEIDY	255
1. Einleitung	255
2. Material und Methoden	256
3. Lebendbeobachtungen	256
4. Agamogonie	258
5. Gamogonie und metagame Entwicklung	277
IV. Über Kernbau und Kernteilung von <i>Chilomonas paramaecium</i> EHRENBURG; nebst einigen Bemerkungen über den Bau dieser Form	283
1. Einleitung	283
2. Material und Methoden	284
3. Schlundtapete, Trichocysten, Geißelinsertion, Kernbau und Kern- teilung	285
4. Zusammenfassung	293
V. Literaturverzeichnis	294
VI. Tafelerklärung	297

I. Einleitung.

In den folgenden Zeilen sollen drei Flagellatenformen in cytologischer Hinsicht beschrieben werden.

Im allgemeinen will ich hier nur hervorheben, daß ich bei allen diesen Formen das Vorhandensein von Centriolen und cyklischen Vorgängen am Caryosom, Verhältnisse, die schon frühere Untersucher zum Teil angegeben haben, eindeutig nachweisen konnte. Nachdem in letzter Zeit von DOBELL, KÜHN, SCHUCKMANN, JAMESEN und GLÄSER scharfe Kritik an der HARTMANN'schen Caryosomtheorie geübt worden ist, scheinen mir diese positiven Befunde einigen Wert zu besitzen. Doch möchte ich auch betonen, daß ich trotz dieser und anderer Befunde nicht an einer unbedingten Ubiquität der Centriolen festhalte, was, wie es scheint, bei einigen Vertretern dieser Richtung der Fall sein dürfte; dies zu erwähnen, habe ich nicht für überflüssig gehalten.

Bevor ich zu dem eigentlichen Thema übergehe, halte ich es jedoch für eine angenehme Pflicht, den Herren Prof. Dr. HATSCHKE, Prof. Dr. JOSEPH und Prof. Dr. SCHILLER für ihre liebenswürdigen Ratschläge, Anteilnahme und Anregungen, ferner Herrn Prof. Dr. HARTMANN sowie Herrn Dr. JOLLOS für ihre mir in zukommendster Weise gegebenen Auskünfte meinen innigsten Dank auszusprechen.

II. *Monocercomonas orthopterorum* (PARISI).

BĚLAŘ emend.

(*Trichomastix orthopterorum* PARISI).

1. Material und Methoden.

Gelegentlich einer Untersuchung der parasitischen Protozoen des Küchenschabendarmes fand ich einen kleinen Flagellaten, der sich in den Tieren, die sämtlich aus Wien stammten, in ziemlichen Mengen vorfand. Gleichzeitig kamen bloß *Lophomonas blattarum*, *L. striata*, *Nyctotherus ovalis* und Nematoden (*Oxyuris*-Arten) vor. *Entamoeba blattae* und *Gregarina blattarum* fehlten stets.

Der Parasit war, wie ich fand, von GRASSI 1882 entdeckt und von PARISI im Archiv für Protistenkunde Bd. 19 neuerdings be-

schrieben und benannt worden und zwar stellte ihn dieser Autor zur Gattung *Trichomastix*, nannte ihn daher *Tr. orthopterorum*. Einige Punkte hatte die Untersuchung PARISI's unaufgeklärt gelassen und so machte ich mich an eine genauere Untersuchung.

Präparate wurden in der allgemein gebräuchlichen Weise feucht mit Sublimat oder FLEMMING's Gemisch fixiert und mit Hämalaun-Eosin, GIEMSA, hauptsächlich aber mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt. Da bei Lebenduntersuchung außer der Bewegung, die bereits von PARISI hinlänglich geschildert wurde, nicht viel herauszubekommen war, beginne ich gleich mit der Beschreibung des gefärbten Tieres.

2. Bau und Teilung.

Monocercomonas orthopterorum besitzt eine Größe von 3—6 μ ; was mit den Angaben PARISI vollkommen übereinstimmt (wenn man die Schrumpfung im fixierten Präparat in Betracht zieht). Die Form ist meist ei- oder birnenförmig, das breitere Ende ist meist vorn gelegen. Doch kommen auch kugelförmige und ovale Tiere vor. Wie JOLLOS ausgeführt hat, wird die Form durch den Achsenstab bestimmt, wie unten des Näheren noch beschrieben werden soll. Das Plasma ist meist stark vacuolisiert, die Größe der Vacuolen ist wechselnd. Zwischen den Alveolen ist das Plasma homogen feinkörnig; gröbere Granula sind besonders an den Knotenpunkten gelegentlich eingestreut. Größere Ansammlungen homogenen Plasmas finden sich öfters in der Umgebung von Kern und Achsenstab. Die Vacuolen enthalten öfters größere kugelige Körper von wechselnder Färbbarkeit; sie sind bald stark bald schwach siderophil, bald aber basophil. Vielleicht stellen sie Coccen dar, die dann zur Nahrung unseres Flagellaten gehören und hier in verschiedenen Stadien der Verdauung angetroffen würden. Die Zahl dieser Gebilde ist jedoch zu gering, als daß man zur Annahme berechtigt wäre, daß dies die einzige Nahrung sei. Vielmehr nimmt das Tier sicher hauptsächlich gelöste Nahrung zu sich, was mit dem Fehlen eines Cytostoms in Verbindung zu bringen ist. Daher ist es möglich, daß die oben erwähnten „Coccen“ bloß gefällte Eiweißklumpen darstellen. (Zu demselben Schlusse gelangte KUCZYNSKI für *Trichomonaden*) (Fig. 6, 28). Hier und da finden sich jedoch echte Bakterien im Plasma (Fig. 22, 26). Auch die Bilder JOLLOS' von *Monocercomonas cetoniae* zeigen fast keine Einschlüsse im Plasma; obwohl JOLLOS in seiner Arbeit Einschlüsse als recht häufig und das Plasma

als sehr dicht bezeichnet. Von Stärkekörnern, die aus dem Darm des Wirtes stammen sollen, wie GRASSI für *M. melolonthae* angibt, war im Plasma nichts zu bemerken.

Ein Periplast, wie er bei *Tetramitus*-Arten vorkommt, oder ein ectoplasmatischer Alveolarsaum, wie ihn KUCZYNSKI für *Trichomonas* angab, fehlt hier völlig.

Das Plasma ähnelt also in seinem Bau sehr dem von *Trichomonas* (*Trichomastix*) und der anderen *Monocercomonas*-Arten sowie der übrigen Polymastiginen.

Ein Cytostom fehlt in allen Fällen, während es bei sämtlichen bekannten *Trichomonas*- und *Trichomastix*-Arten vorhanden und nur schwer zu übersehen ist.

Kern. Was den Kern anlangt, so besitzt er eine Größe von 1—1,5 μ , seine Gestalt ist fast immer kugelförmig. Eine meist sehr deutliche Kernmembran grenzt ihn gegen das Cytoplasma ab. Sein auffälligstes Merkmal ist der Besitz eines großen Caryosoms, richtiger gesagt, eines Binnenkörpers oder Amphinucleolus. Dieser Binnenkörper ist von wechselnder Größe, meist beträgt sein Durchmesser $\frac{1}{2}$, oder $\frac{1}{3}$ des ganzen Kernes, doch kann er gelegentlich den ganzen Kernraum erfüllen, oder aber auf ein ziemlich kleines Korn reduziert werden. Manchmal wird er von der Außenkernmasse an die Kernwand gedrängt und daselbst abgeplattet (Fig. 8, 9). Gelegentlich scheint eine Zersplitterung vorzukommen (?) (Fig. 5). Dieser Amphinucleolus ist sehr kompakt, zeigt nie Anzeichen von Vacuolisierung oder Innenstruktur und ist stark baso- und siderophil, enthält jedoch natürlich auch acidophile Substanzen.

Ein Centriol konnte in keinem Falle nachgewiesen werden. Es steht dies im Widerspruche mit den Angaben JOLLOS', der bei *N. cetoniae* solche nachgewiesen zu haben glaubt. Seine Befunde scheinen mir nicht ganz unzweideutig zu sein. Denn: im ruhenden Caryosom hat JOLLOS' Centriolen nicht nachweisen können; die „Centriolen“ auf Fig. 11 und 12 (von JOLLOS) scheinen kleine Caryosome zu sein, da sie erstens für Centriolen für diesen kleinen Flagellaten zu groß sind (man vergleiche damit die Größe der Basalkörner) und zweitens sich diese erwähnten Stadien ungezwungen in die Reihe der übrigen Kernteilungsbilder mit mittelgroßen Caryosomen einfügen lassen. Die Möglichkeit des Vorkommens eines Centriols im Caryosom möchte ich jedoch mit Hinblick auf das Vorkommen einer amöbenartigen Kernteilung durchaus nicht bestreiten.

Ein Binnenkörper von solcher Beschaffenheit ist wohl für *Monocercomonas*, *Tetramitus*, *Hexamastix* und Verwandte, aber nicht

für *Trichomonas*, *Trichomastix*, *Chilomastix* oder *Fanapepea* charakteristisch. *Trichomastix* besitzt meist einen Kern mit diffus verteiltem Chromatin und der Binnenkörper ist, wenn überhaupt ausgebildet, meist außerordentlich klein, selten von bedeutenderer Größe, wobei dann meist das Außenchromatin fehlt, ist aber nie von der äußerst kompakten Beschaffenheit wie bei *Monocercomonas*.

Der übrige Kernraum ist mit Linin und „Außenchromatin“ mehr oder weniger dicht erfüllt. Das Linin erscheint meist in Form von radial verlaufenden Fäden, an denen der Binnenkörper aufgehängt ist; gelegentlich scheint es jedoch auch Stränge zu bilden, längs derer das Außenchromatin angeordnet ist (Fig. 7). Letzteres ist verhältnismäßig stark färbbar und enthält ungefähr gleichviel basophile und acidophile Bestandteile, wie aus Farbenreaktionen zu schließen ist. Seine Menge ist außerordentlich wechselnd. Es erscheint bald in Form eines Belages an der Kernmembran und den Lininfäden, bald als körnige Masse, die mehr oder weniger dicht den Kernraum erfüllt, bald in unregelmäßigen Strängen, bald als blasse färbbare, undeutlich in ihre einzelnen Teile auflösbare Masse. Manchmal kann es überhaupt fehlen, so z. B. nach der Kernteilung. Daraus, sowie aus dem Wechselverhältnis zwischen Binnenkörper und Außenchromatin ist man zur Annahme berechtigt, daß letzteres vom Binnenkörper abstammt; eine Erscheinung, die seit den Forschungen HARTMANN's und seiner Schüler bei vielen Protozoen nachgewiesen wurde (für *Trichomonaden* speziell von KUCZYNSKI).

Der Kern ist also ein Kern mit dichtem Binnenkörper und reichlich vorhandenem Außenchromatin und gleicht im Prinzip den Kernen von *Monocercomonas melolonthae* und *cetoniae*, ferner denen von *Tetramitus bufonis* u. a., unterscheidet sich jedoch scharf von den Kernen der *Trichomonas*-Gruppe. Kurz, er hat den Habitus eines *Monocercomonas*- und nicht eines *Trichomonas*-Kernes.

Achsenstab. Die formgebende Struktur im Körper unseres Flagellaten ist durch einen stark färbbaren Achsenstab gegeben, der den ganzen Körper vom vorderen bis zum hinteren Ende durchzieht. Wie KOLTZOFF zuerst nachgewiesen und JOLLOS und KUCZYNSKI für Flagellaten ausführlich dargetan haben, ist die Gestalt des Tieres gleich der Komponente aus Oberflächenspannung des Plasmakörpers und Elastizität und Druckfestigkeit des Achsenstabes. Ich verweise auf die oben erwähnten Ausführungen. Daher ist der Achsenstab fast stets leicht, gelegentlich aber stark S-förmig gekrümmt (Fig. 2, 161). Bei einzelnen Exemplaren jedoch ragt er aus dem Plasma hervor und bildet so den „Schwanz“, der im Leben

öfters zu beobachten ist und dem das Tier seinen Namen verdankt. Von einer Haftfunktion, wie sie KUCZYNSKI für *Trichomastix* angibt, konnte ich hier nichts wahrnehmen. Alles Verhältnisse, die bei *Monocercomonas cetoniae* in derselben Weise anzutreffen sind. Am Vorderende endigt er mit einem oder zwei Basalkörnern, am Hinterende weist er ebenfalls eine knopfartige Verdickung auf (Fig. 1, 6, 9, 12). Seine Dicke ist gering, seine Färbbarkeit ist die der Centrodiesmen, d. h. mit Eisenhämatoxylin tiefschwarz, mit Giemsa rot (nach Räucherung mit Osmiumsäure und darauffolgender Trocknung).

Wie HARTMANN für *Cercomonas*, JOLLOS für *Monocercomonas* und KUCZYNSKI für *Trichomonas* hervorgehoben, repräsentiert der Achsenstab oder das Axostyl eine Centrodiesme, wie aus der oben gegebenen Schilderung und seiner Genese bei der Teilung ohne weiteres hervorgeht. Der Meinung HARTMANN's, daß er bei der Teilung aus der Centrodiesme der mitotischen Teilungsfigur des Kernes (von *Cercomonas parva*) hervorgeht, was auch DOBELL für *Trichomonas batrachorum* annimmt, kann ich mich für *Monocercomonas* nicht anschließen und KUCZYNSKI hat gezeigt, daß diese Ansicht bei *Trichomonas* auch nicht zutrifft. (Bei *Cercomonas* wurde die Frage noch nicht eingehend untersucht, da HARTMANN und CHAGAS nur wenig Teilungsstadien vorlagen.)

In manchen Fällen scheint das Axostyl völlig zu fehlen, besonders bei kleinen Tieren, doch ist es nicht sicher, ob es nicht manchmal bloß die Färbbarkeit verloren hat (Fig. 10, 11). Die Beschaffenheit des Axostyls ist ebenfalls ein Grund mehr, die vorliegende Form als *Monocercomonas* anzusprechen. Der Achsenstab von *Monocercomonas* ist nur eine elastische, siderophile Fibrille, was gegenüber den komplizierten Achsengebilden der Trichomonaden sicher als primitiver Zustand aufzufassen ist. Der Achsenstab aller *Trichomonas*- und *Trichomastix*-Arten ist im Bau von dem der Monocercomonaden fundamental verschieden. Wie KUCZYNSKI in letzter Zeit besonders klar dargelegt hat, besteht er aus zwei Fibrillen, die zwischen sich einen Raum freilassen, der von glasigem Plasma, welches gelegentlich auch Granula enthält, erfüllt ist. Diese Fibrillen ragen über das hintere Körperende heraus und vereinigen sich zum Stachel; wie man sieht, eine von den einfachen Achsenstäben der Monocercomonaden leicht zu unterscheidende Bildung. Am meisten ähnelt das Axostyl von *Monocercomonas* dem von *Cercomonas* und *Hexamastix*.

Monocercomonas orthopterorum besitzt wie alle anderen Vertreter

dieser Gattung, vier Geißeln, von denen meist (aber durchaus nicht immer) drei kürzere nach vorne, eine längere nach hinten gerichtet ist. Die Länge der Geißeln beträgt ungefähr das anderthalb- bis zweifache der Körperlänge. Manchmal sind bloß drei Geißeln vorhanden und zwar meist bei den Individuen, denen das Axostyl fehlt (Fig. 10, 11). Da diese Individuen selten auftraten, nie in Teilung angetroffen wurden und sonst mit den übrigen Tieren völlig übereinstimmten, bin ich geneigt, sie ihnen zuzuzählen. Übrigens scheinen die Geißeln bei der Konservierung leicht abzubringen und zu -reißen. Über die Bewegung des Tieres will ich, obwohl es eigentlich nicht hierher gehört, nur so viel bemerken, daß sie der der übrigen *Monocercomonaden* sowie *Trichomonaden* und *Verw.* gleicht; d. h. rasch rotierend; Pseudopodien wurden nicht beobachtet.

Die Geißeln entspringen von einem ziemlich komplizierten Basalkörper, wie ich nach KUCZYNSKI's Vorschlag dieses Gebilde nennen will. Er besteht aus zwei Basalkörnern, von denen das eine am vorderen Körperende als Abschluß des Axostyls gelegen ist; von ihm entspringen meist zwei Geißeln, eine Schwimm- und die Schleppgeißel. Das zweite Basalkorn liegt ihm entweder dicht an, so daß oft der Eindruck eines einzigen hervorgerufen wird (Fig. 1, 2, 5), oder es liegt seitlich von dem ersten, meist etwas unterhalb (Fig. 6, 9). Von ihm nehmen die übrigen zwei Geißeln ihren Ursprung. Ich will aber gleich bemerken, daß diese Insertionsverhältnisse durchaus nicht immer eingehalten werden. Es können nämlich auch drei Geißeln von einem und eine Geißel von dem andern Basalkorn entspringen (Fig. 3). Dies deutet darauf hin, daß diese Basalkörner selbst wieder aus je zwei Basalkörnern zusammengesetzt sind, so daß im ganzen vier (ev. fünf) Basalkörner vorhanden wären, nach deren Gruppierung (entweder zwei und zwei oder drei und eins) sich die Geißelinsertion richten würde.

Sind beide Basalkörner voneinander getrennt, so dehnt sich zwischen ihnen eine Centrodesmose aus, die auch JOLLOS bei *M. cetoniae* beschrieben hat, die ferner von HAMBURGER und FRANÇA erwähnt wird. Sie ist von einer für eine Centrodesmose nicht unbedeutlichen Dicke und ist mit Eisenhämatoxylin und Eosin leicht färbbar, zeigt also dieselben Eigenschaften wie die Centrodesmose der *Trichomonaden*. Sie stellt die für die nächste Kernteilung in „Bereitschaft“ stehende Centrodesmose dar; eine Erscheinung, die m. W. unter den Flagellaten vereinzelt dasteht.

FRANÇA beschreibt bei seiner *Monocercomonas* aus *Oryctes grypus*

und *nasicornis* und *Phyllognetus silenus* die Geißelinsertion in anderer Weise. Er läßt nämlich die Geißeln bald von der Kernmembran, selten im Plasma, meist aber im Caryosom entspringen und bezeichnet daher *M.* als eine Art Urform der Flagellaten (wie sie von MINCHIN postuliert worden). Die Basalkörner sah er nur in Giemsa-nicht aber in Eisenhämatoxylinpräparaten. Seine Zeichnungen lassen das Entspringen der Geißeln aus dem Caryosom nur an zwei Figuren erkennen, sonst zeigen sie die Geißeln an der Kernmembran ohne Basalkörner endigend. Nach meinem Dafürhalten dürften FRANÇA fehlerhafte Eisenhämatoxylinpräparate vorgelegen haben, da die Basalkörner fehlen und ein Axostyl selten festgestellt wurde, während JOLLOS und HAMBURGER diese beiden Bildungen stets beobachteten und FRANÇA's Giemsa-Präparate ebenfalls Basalkörner zeigen. Das scheinbare Entspringen der Geißeln aus dem Caryosom dürfte also auf Täuschung beruhen und es ist überhaupt die Auffassung von *Monocercomonas* als primitiven Flagellaten abzulehnen; 1. wegen der Geißelzahl, 2. wegen des Vorkommens eines Axostyls und 3. wegen der Art der Kernteilung, die einem abgeleiteten Typus angehört.

Das vordere Basalkorn ist mit dem Binnenkörper des Kernes durch einen Rhizoplasten verbunden (auch von JOLLOS angegeben) (Fig. 1, 3, 4). Seine Genese konnte ich hier verfolgen und kam zu folgendem Resultat: Nach HARTMANN ist der Rhizoplast der Flagellaten die Centrodosome zwischen Basalkorn und Caryosomcentriol, die sich bei Entstehung des ersteren aus dem Caryosom bildet. Wenn dies auch bei anderen Flagellaten (Trypanosomen, *Spongomonas* u. a.) der Fall ist, so trifft es bei *Monocercomonas* nicht zu. Hier entsteht der Rhizoplast aus der Centrodosome der Kernteilung in deren Telophase. Die Centrodosome dehnt sich nämlich aus und jede ihrer Hälften wird zu einem Rhizoplasten, der Kern und Basalkorn verbindet (Fig. 19, 23). Daraus ersieht man, daß man aus dem Vorhandensein eines Rhizoplasten nicht unbedingt auf das Vorkommen eines Centriols im Caryosom schließen darf, wie es JOLLOS tut.

Teilung. Nachdem wir den Bau unseres Untersuchungsobjektes beschrieben haben, wollen wir die Teilung desselben schildern. Diese wurde bereits von JOLLOS und HAMBURGER bei *M. cetoniae* beschrieben. Ersterer schildert sie folgendermaßen: Das Centriol teilt sich im Caryosom und stemmt es auseinander, wobei sich aus einem Teil des letzteren eine Äquatorialplatte bildet. Nunmehr trennen sich die Caryosomhälften rasch, bleiben jedoch längere Zeit durch

eine Centroidesmose verbunden. Die Teilung ähnelt somit ungemein der eines Amöbenkernes. Die Basalkörner teilen sich unabhängig vom Kern, das Axostyl wird vor der Teilung resorbiert und wächst nach Ablauf derselben aus den Basalkörnern neu wieder aus.

HAMBURGER gibt für dasselbe Objekt amitotische Durchschnürung des „Caryosoms“, der eine ebensolche des Kernes folgt, an; bringt aber nur wenige Abbildungen dieses Vorganges.

Die Kernteilung unserer Form geht in folgender Weise vor sich. Die Centroidesmose hat sich schon lange vorher zwischen den beiden Basalkörnern ausgebildet. Nun teilt sich der Kerninhalt in zwei Teile: Der Binnenkörper legt sich an der einen Seite an die Kernmembran an, während das Außenchromatin den freigewordenen Raum einstimmt. Ersterer erhält hierbei Halbkugelform, letzteres wird schwach färbbar und läßt sich undeutlich in Granula auflösen (Fig. 12, 14). Jetzt wird das Axostyl resorbiert; die Art und Weise wie das geschieht, habe ich nicht feststellen können. Die Tiere runden sich nunmehr auch etwas ab, da das Skelettelement des Körpers fehlt. Jetzt schwindet die Kernmembran und der Binnenkörper zerfällt in mehrere chromatische Klümpchen, deren Zahl genau festzustellen mir wegen der Kleinheit des Objektes nicht möglich war; auch zeigen sie große Neigung zum gegenseitigen Verklumpen (Fig. 15). Doch waren in einigen Fällen sechs dieser „Chromosomen“ zu unterscheiden, die sich in Form einer Äquatorialplatte um die sogleich zu beschreibende Spindel gruppierten (Fig. 16).

Um die Centroidesmose hat sich nämlich indessen eine deutliche Spindel entwickelt, die bei manchen Exemplaren fibrillären Aufbau zeigt (Fig. 15), meist aber einen solchen nicht erkennen läßt und als homogene, bald stärker, bald schwächer als das umgebende Plasma, sich färbende Masse erscheint (Fig. 16, 17). Ihre Entstehung ist unsicher. Es scheint, als ob hierzu die Außerkernmassen herangezogen würden, ein Weg der z. B. bei *Prowazekia* eingeschlagen erscheint.

Die „Chromosomen“ werden sodann geteilt und an der Spindel auseinandergezogen. Zwischen den so entstandenen Tochterplatten dehnt sich ein meist heller Raum aus, der auch gelegentlich fädig differenziert erscheint (Fig. 19, 20, 21). Der zwischen den Tochterplatten in diesem Raum gelegene Abschnitt der Centroidesmose verliert seine Färbbarkeit; daß er schon jetzt verschwindet, möchte ich im Hinblick auf seine stemmende Wirkung nicht annehmen. Die Tochterplatten weichen immer weiter auseinander, die „Chromosomen“ verbacken zu einem neuen Binnenkörper, der helle Raum

verschwindet, ein neuer Außenkern bildet sich um die Binnenkörper und die Tochterkerne sind fertig, besitzen aber noch kein Außenchromatin (Fig. 22, 23, 24).

Die Basalkörner teilen sich (sie können dies ausnahmsweise auch im Stadium der Äquatorialplatte tun, ein Vorgang, der an *Spongomonas* erinnert (Fig. 17)) und neue Geißeln werden gebildet. Das Axostyl beginnt sich schon bei früher Anaphase der Kerne neu zu bilden, indem sich ein Basalkorn teilt und das eine Teilstück bis zum hinteren Körperende auswächst (Fig. 21, 29). Doch kann es sich auch später bilden.

Nach vollendeter Kernteilung erfolgt Zellteilung und zwar Längsteilung, über die hier weiter nichts zu sagen ist (Fig. 23, 24).

Die hier geschilderte Art der Kernteilung weist mit der der Trichomonaden (mit der sie die Centrodosome und die Ausbildung von „Chromosomen“ gemeinsam hat, von der sie sich jedoch durch das Verhalten des Außenkernes und das frühe Schwinden der Centrodosome unterscheidet), ferner der von *Tetramitus* (*T. bufonis* nach ALEXEIEFF), von *Prowazekella lacertae* und der Monadiden große Ähnlichkeit auf.

Neben dieser Teilungsart scheint eine zweite zu existieren, von der ich jedoch nur wenige Stadien zu Gesicht bekam. Man sieht hier einen tonnenförmigen Kern, der in seiner Gänze homogen dunkelgefärbt erscheint, in dessen Äquator eine dunklere Schicht wahrnehmbar ist und dessen Enden zwei tiefschwarze Polkappen aufsitzen (Fig. 25, 26). Das Ganze ähnelt einer Amöbenpromitose. Die Endstadien dieser Teilung sind leicht vorzustellen und dürften sich von denen der regelmäßigen Teilung nicht sonderlich unterscheiden. Die Prophase hingegen könnte auf sehr verschiedene Weise verlaufen. Möglicherweise sind diese Stadien mit der von JOLLOS beschriebenen Teilung in Zusammenhang zu bringen, möglicherweise stellen sie aber auch z. T. etwas veränderte Stadien der mitotischen Teilung dar (Fig. 26, 28, 29). Die Möglichkeit, daß es sich bei Fig. 25 und 26, sowie bei einigen der Teilungsstadien von JOLLOS überhaupt nicht um Teilungsfiguren handelt, wäre ebenfalls ins Auge zu fassen. So bildet KUCZYNSKI Kerne von *Chilomastix intestinalis* (Fig. 42 v. KUCZYNSKI) und *Trichomonas muris* (Fig. 79 l. c.) ab, die sich sicher nicht in Teilung befinden und dem Kern der Fig. 12 von JOLLOS außerordentlich ähneln. Ähnliche Beispiele gibt GLÄSER für *Amoeba tachypodia*. (Hier möchte ich auch auf die auffallende Ähnlichkeit mancher Kerne von *Monocercomonas* und der hier beschriebenen amöboiden Teilungsfiguren mit den Kernen und

Teilungsfiguren von *Ceratomyxa drepanopsettae* AWERINZEW hinweisen.) Eine Aufklärung dieser ganzen Frage bei *Monocercomonas* bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten.

Cysten, die mit Sicherheit unserer Form hätten zugeschrieben werden können, kamen nicht zur Beobachtung.

3. Schluß.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen sei im folgenden kurz zusammengefaßt.

Monocercomonas orthopterorum (PARISI) BĚLAŘ emend.

Größe: 3—7 μ (im fixierten Präparat!).

Gestalt: eiförmig, Vorderende breit, Hinterende oft zugespitzt.

Plasma: fein granuliert mit Vakuolen und größeren Granulis.

Cytostom fehlend.

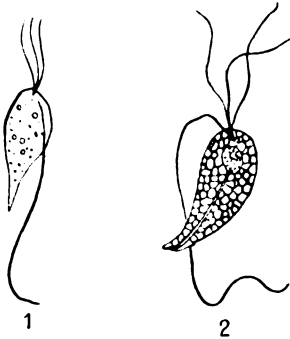
Kern: bläschenförmig mit großem chromatischem Binnenkörper, der kein Centriol enthält und wechselnden Mengen von Außenchromatin. Membran vorhanden. Teilung mitotisch, Basalkörner als Centriolen fungierend, Binnenkörper in sechs (?) „Chromosomen“ zerfallend.

Geißeln: in Vierzahl vorhanden, drei Schwimm- und eine Schleppgeißel, eineinhalb körperlang, am vorderen Körperende von zwei (vier) Basalkörnern entspringend. Basalkörner meist durch Centrodosome verbunden, die als Centrodosome der Mitose fungiert.

Axostyl: meist vorhanden in Form einer Fibrille, die an beiden Enden Körner trägt, als Centrodosome aufzufassen. Bei Teilung resorbiert und nachher in Zweizahl neugebildet.

Dem stelle ich die Schilderung PARISI's gegenüber: „Lunghezza 8—10 μ Il corpo ha la forma d'una pera con l'estremità anteriore arrotondata, la posteriore allungata e talvolta appuntita. citostoma stretto e in forma di fessura (jedoch nicht abgebildet!). Negli individui provenienti dalla grillotalpa l'appendice posteriore era di solito bene sviluppato e talvolta fornito di un rigonfiamento. tre flagelli anteriori sono di uguale lunghezza e grossezza e vanno a terminare al blefaroplasto bilobo. Nucleo ovale fornito di membrane e di granulazioni cromatiche. Il protoplasma racchiude dei vacuoli vari di numero e di grandezza. Moltiplicazione Queste processo non fu riscontrato nei preparati ma osservato sul vivo. il nucleo si allunga, assume la forma di biscotto e poi si divide in due; pare che contemporaneamente avvenga anche la divisione del blefaroplasto.“

Aus dieser Gegenüberstellung ersieht man, daß es sich in beiden Fällen höchst wahrscheinlich um ein und denselben Organismus handelt, ferner aber, daß, wenn dem so ist, dieser Organismus nicht als *Trichomastix*, sondern als *Monocercomonas* anzusprechen ist. Der Name hat also *Monocercomonas orthopterorum* PARISI zu lauten. Würden aber trotzdem echte Trichomastiginen in demselben Wirt vorkommen, so wäre unsere Form als neu anzusehen. Die spezifischen Unterschiede zwischen *Trichomastix* und *Monocercomonas* wurden bereits bei der Detailbeschreibung erwähnt; ich füge bloß hinzu, daß man bloß meine Figuren zu betrachten und mit denen JOLLOS' zu vergleichen braucht, um zu erkennen, daß dieses Tier nicht den Habitus einer *Trichomastix* sondern einer *Monocercomonas* besitzt. Auch die Angabe PARISI's, daß der Flagellat in *Gryllotalpa* und *Ectobia* vorkommt, muß den Verdacht erwecken, es handle sich um eine



Textfig. A.

Monocercomonas (Trichomastix) orthopterorum, 1. lebend, 2. mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Nach B. PARISI. Vergr. 1800.

Monocercomonas. HAMBURGER bestätigt diese meine Meinung für den betreffenden *Gryllotalpa*-Parasiten, der also wirklich eine *Monocercomonas* ist und spricht die

Vermutung aus, daß es sich bei *Periplaneta* ebenso verhalte. Was den Speciesnamen betrifft, so wäre zu bemerken, daß unsere Form sich von *M. cetoniae* und *melolonthae* durch den großen Vacuolenreichtum des Plasmas, die verhältnismäßige Größe des Binnenkörpers, sowie durch geringere Körpergröße unterscheidet, wodurch die Aufstellung einer besonderen Art gerechtfertigt erscheint.

Anschließend an diese Erörterung sei es mir gestattet, einige Bemerkungen über die Abgrenzung der Gattung *Monocercomonas* von den übrigen Tetramitiden, sowie ihre Stellung innerhalb dieser Gruppe folgen zu lassen.

Das Genus *Monocercomonas* wurde von GRASSI 1882 für den viergeißelligen Flagellaten, aus den Larven von *Melolontha vulgaris* und *Gryllotalpa* aufgestellt (*Monocercomonas insectorum* GRASSI). Dabei erfuhr jedoch der innere Bau keine Berücksichtigung. Daher wurden später verschiedene Flagellaten hierher gestellt, die später wieder ausschieden, so z. B.: *Trichomonas coronellae*, *Tr. hominis*, *Tetramitus bufonis* u. a. m. Das Untersuchungsobjekt GRASSI's wurde

erst wieder 1911 von JOLLOS und unabhängig davon durch HAMBURGER untersucht, die beide zu ungefähr gleichen Resultaten kamen. *M. melolonthae* ist der typische Vertreter der Gattung, ihre Gattungsdiagnose hat also für die ganze Gattung zu gelten und die damit nicht übereinstimmenden Formen sind auszuschneiden. Wesentlich ist für *Monocercomonas* der Besitz eines Achsenstabes in Form einer einzigen, siderophilen elastischen Fibrille, die mit einem Korn endigt, ferner ein bläschenförmiger Kern mit Binnenkörper und das Fehlen eines Cytostoms. Hierher gehört also *M. melolonthae* (aus *Melolontha*, *Gryllotalpa*, *Oryctes* und *Phylognetus*: es werden sich sicher noch manche Formen aus Insekten hierhergesellen; möglicherweise wäre auch *Trichomastix trichopterorum* MACKINNON hierherzustellen), *M. cetoniae* und *M. orthopterorum*.

Monocercomonas bufonis DOBELL besitzt kein Axostyl, weshalb diese Form als *Tetramitus bufonis* zu bezeichnen ist. Die Ansicht ALEXEIEFF'S, daß *Monocercomonas* mit *Trichochomonas* gar nicht verwandt ist, (rien dans la morphologie du *M. bufonis* ne rappelle le genre *Trichomonas*) die er auf Grund seiner Beschreibung von *Tetramitus (Monocercomonas) bufonis* ausspricht, findet also hierin ihre Erklärung. Als *Tetramitus* nur die freilebenden, nicht aber die parasitischen Formen zu bezeichnen (wie es LEMMERMANN tut) ist nicht angängig, da bloß physiologische Unterschiede dazu nicht berechtigen. Nebenbei bemerkt, zeigt diese Form eine auffallende Ähnlichkeit in Bau und Teilung mit der *Prowazekella (Bodo) lacertae*, die besonders durch den eigenartigen Reservestoffkörper (Pseudochromidium) hervorgerufen wird und auf die schon ALEXEIEFF hingewiesen hat. Es wäre dies vielleicht ein Hinweis auf die mögliche Abzweigung der Tetramitiden von Bodoniden.

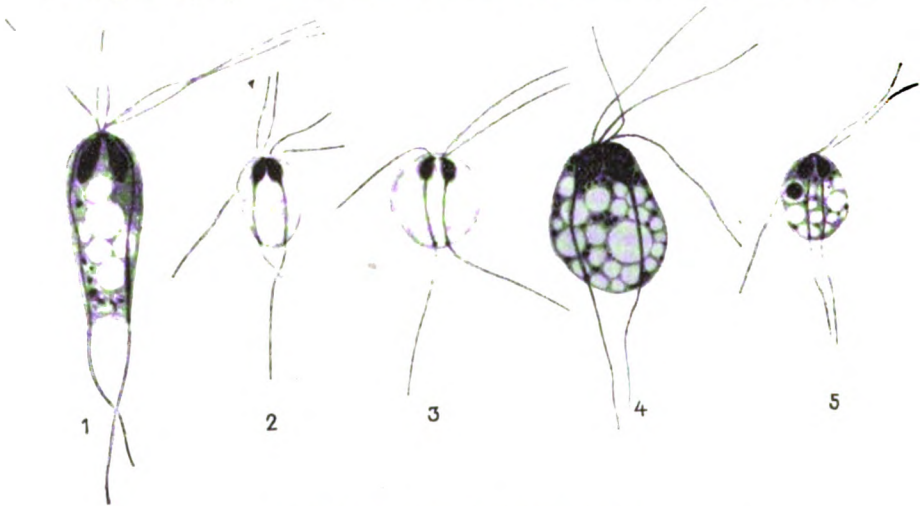
Auch der *Polymastix* von FRANÇA und HAMBURGER scheint ein *Tetramitus* zu sein; ihm fehlt ebenfalls das Axostyl und ferner stimmt er mit *T. bufonis* in dem Besitz eines dicken Periplasten überein (*Hexamastix* ALEXEIEFF besitzt das erstere, ermangelt hingegen des letzteren).

Was nun die Stellung von *M.* innerhalb der Gruppe der Tetramitiden betrifft, so wäre darüber folgendes zu sagen. *Tetramitus* scheint die ursprünglichste Form der Gruppe zu sein. (*Collodictyon* gehört m. A. trotz seiner vier Geißeln gar nicht hierher.) Ihm zunächst stehen *Monocercomonas* und *Hexamastix*. *Monocercomonas* ähnlich, aber wahrscheinlich nicht nahe verwandt sind ferner *Chilomastix* und *Fanapepea*, von denen *Trichomonas* und *Trichomastix* abzuleiten sind, die ihrerseits möglicherweise zu den Lophomonaden in näherer Beziehung stehen, wie KUCZYNSKI u. a. angeben.

Anhang: *Octomitus periplanetae* n. sp.

Als Anhang zu den vorhergehenden Ausführungen seien einige Beobachtungen über einen neuen, mit *Monocercomonas orthopterorum* zugleich vorkommenden Flagellaten, den ich als *Octomitus periplanetae* bezeichnen will, mitgeteilt. Da die Form nicht häufig ist, bleiben diese Befunde naturgemäß unvollständig.

Die Bewegung ist ziemlich rasch. Die Größe beträgt 5—8 μ . Die Form ist entweder breit oval oder langgestreckt. Das Plasma ist vakuolisiert und enthält oft Granula; manchmal erscheint es sehr blaß und beinahe homogen (bei den breiten kleinen Formen Textfig. B 2, 3). Im Vorderende befinden sich die zwei Kerne, die



Textfig. B. *Octomitus periplanetae*.

Habitusbilder mit Eisenhämatoxylin gefärbter Tiere. Vergr. 3510.

von ovaler Gestalt sind, manchmal aber hinten in eine Spitze auslaufen. Im Innern ist kein Caryosom wahrzunehmen, sondern es erfüllt den Kernraum eine granulierte Masse, deren Teile meist sehr dicht gefügt sind (wie bei *Octomitus dujardini* DOBELL). Am vorderen Ende des Körpers, dort wo die Kerne zusammenstoßen, findet sich ein Basalkornapparat, der bei der geringen Größe des Tieres nicht in seine einzelnen Teile auflösbar ist. Er präsentiert sich bloß als zweilappige Masse. Von ihm entspringen acht Geißeln, sechs nach vorne, zwei nach hinten, welche letztere als kräftige Fibrillen in einer Furche des Körpers nach hinten ziehen, wo sie aus dem Körper austreten; ihre Austrittsstelle ist jederseits durch ein Basalkorn

markiert. Die Geißeln reißen und brechen bei der Präparation leicht ab, weshalb die Figuren nicht immer die vollständige Geißelzahl zeigen. Teilungsstadien und Cysten kamen mir nicht zu Gesicht.

III. Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Trypanoplasma helicis* LEIDY.

1. Einleitung.

Die Trypanoplasmen haben nächst den Trypanosomen das besondere Interesse der Flagellatenforschung in Anspruch genommen. Zahlreiche blutbewohnende Formen wurden beschrieben und ihre Veränderung in den Blutsaugern verfolgt, bis KEYSSELTZ 1906 bei *Trypanoplasma borreli* den vollständigen Zeugungskreis auffand. Da seine Angaben vielerseits auf lebhaften Zweifel stießen, erschien eine Nachprüfung derselben wünschenswert. Als geeignetstes Objekt hierfür erschien *Trypanoplasma helicis*, erstens wegen der enormen Individuenzahl, in der es mit großer Regelmäßigkeit auftritt, ferner, weil, da bei dieser Form kein Wirtswechsel vorkommt, alle Entwicklungsstadien in ein und demselben Wirt zu erwarten waren.

In neuester Zeit haben sich FRIEDRICH und JOLLOS mit dieser Form beschäftigt, jedoch keine sexuellen Vorgänge beobachtet. Als ich tiefer in das Studium dieser Form eindrang, bemerkte ich, daß auch besonders in bezug auf Kernteilung manche Lücke zu füllen war. (Wie auch bei anderen Trypanoplasmen die Kernteilung ziemlich unvollständig geschildert wurde.) Die Befunde FRIEDRICH's sind nämlich nach Präparaten, die nach der alten Trockenausstrichmethode angefertigt wurden, gemacht und weisen daher manche irrtümliche Angaben auf. Auch sind ihm offenbar nicht viel Teilungsstadien zu Gesicht gekommen. JOLLOS arbeitete zwar mit modernen cytologischen Methoden, seine Arbeit ist jedoch äußerst knapp gehalten und geht speziell auf die Teilung nicht tiefer ein, da JOLLOS nur die Übereinstimmung mit den Trypanosomen nachweisen wollte.

Im folgenden ein kurzer Überblick über sonstige Trypanoplasmenliteratur. Die Arbeiten von LÉGER, LAVERAN und MESNIL, BRUMPT, HESSE und FANTHAM kommen hier, da sie bloß die Beschreibung der vegetativen Ruhestadien bringen, fast gar nicht in Betracht. Im großen und ganzen bringt die Arbeit KEYSSELTZ die meisten und gründlichsten Angaben über Kernteilung der Trypanoplasmen. MARTIN

beschrieb die Teilung von *Tr. congeri*, einer darmbewohnenden Form; die Kernteilung ist auch hier nicht in allen Stadien dargestellt.

GELEI lieferte in letzter Zeit eine gründliche Darstellung der Morphologie von *Tr. dendrocoeli*, das er als eine *Tr. helcis* sehr nahe-stehende Form bezeichnet; seine Darstellung der Kernteilung läßt jedoch manches unklar, wohingegen die Teilung des Blepharoplasten in erschöpfender Weise behandelt wird.

WALKER's interessante Arbeit über sein Kulturtrypanoplasma konnte ich leider nicht erhalten.

Ich bin mir wohl bewußt, mit vorliegender Abhandlung nichts Vollständiges geleistet zu haben, speziell bei den Sexualvorgängen bleibt noch manches aufzuklären; doch glaube ich immerhin einige Beiträge zur Kenntnis dieser interessanten Organismen liefern zu können und daher zur Publikation meiner Befunde berechtigt zu sein.

2. Material und Methoden.

Die Schnecken, fast durchwegs *Helix pomatia*, die zur Untersuchung dienten, stammten fast alle aus der Umgebung von Wien und waren im Sommer stets überreichlich infiziert. Das Receptaculum seminis, an das ich mich bei der Untersuchung hauptsächlich hielt, enthält eine hartteigige Masse von gelbbrauner Farbe, von der kleine Partien mit physiologischer Kochsalzlösung vermischt und teils zur Lebendbeobachtung (die leider nicht lange Zeit durchgeführt werden konnte), teils zu Präparaten verwendet wurden.

Zur Fixation wurde Sublimatessig, Sublimatalkohol nach SCHAUDINN, FLEMMING's starkes Gemisch und HERMANN's Gemisch verwendet. Die drei ersteren Mittel wirkten gleich gut; die schärfsten Bilder bei Eisenhämatoxylinfärbung (nach der alten Methode, die Lithionhämatoxylinfärbung ergab keine guten Resultate) lieferte jedoch HERMANN's Gemisch. Als Kontrollfärbungen wurden Hämalaun-Eosin, Giemsa, Methylgrün-Fuchsin, Saffranin-Lichtgrün und Säurefuchsin-Orange G.-Anilinblau-Molybdänsäure nach MALLORY herangezogen. Vitalfärbung mit Neutralrot leistete keine besonderen Dienste.

Auch wurden einige Receptacula in toto fixiert und dann geschnitten, eine Methode, die keine besonders befriedigenden Resultate zeitigte.

3. Lebendbeobachtungen.

Im Leben ist *Trypanoplasma helcis* von überaus wechselnder Größe und Form. Es kommen Individuen von 6 μ bis zu solchen

von 20 μ vor, die Mehrzahl hält sich zwischen 10 und 15 μ . Die Formenmannigfaltigkeit ist nicht so groß. Man kann breite und schmale Individuen unterscheiden. Die allgemeine Form des freischwimmenden Tieres ist jedoch immer die gleiche, das ist langgestreckt, seitlich abgeplattet, vorne und hinten zugespitzt. Natürlich wechselt diese Form wegen der Metabolie des Tieres ungemein; es kommen Kontraktionen und schraubige Verdrehungen zustande. All diese Veränderungen sind schon von FRIEDRICH und JOLLOS beschrieben worden und sind für alle Trypanoplasmen charakteristisch. Beobachtet man die Tiere in der Flüssigkeit, die das Receptaculum seminis in sehr geringen Mengen enthält, so merkt man, daß die wenigsten Tiere schwimmen, einige träge herumkriechen, aber nicht amöboid (wie FRIEDRICH angibt), sondern vermöge der Myonembewegung, während im Innern der teigigen Receptaculummasse überhaupt keine Bewegung stattfindet. Die Gestalt der Tiere ist verschieden und der Umgebung angepaßt, d. h. abgeplattet, oder unregelmäßig rundlich. Fügt man nun physiologische Kochsalzlösung hinzu, so kommt Leben in die Sache. Die Tiere strecken sich, die Geißeln beginnen zu arbeiten und bald ist die Mehrzahl der Flagellaten in mehr oder weniger lebhafter Bewegung begriffen. Die Bewegung ist schraubig drehend, dabei etwas pendelnd, jedoch nicht gerade fördernd, sondern die Tiere bleiben oft längere Zeit unter heftigen Bewegungen an ein und demselben Orte, ähnlich wie ihre blutbewohnenden Verwandten. FRIEDRICH sagt, sie sei ungemein rasch, was ich nach dem oben Gesagten nicht bestätigen kann. Die Vordergeißel führt peitschenartige Schläge aus, an der Schleppgeißel laufen längs des Körpers etwas trägere Wellen entlang, die das freie Ende jener in entsprechende Bewegungen versetzen. Dabei kontrahiert sich der Körper auf verschiedene Weise, wobei die Saumgeißel oder vielmehr ihre Crista als Antagonist der Myoneme wirkt, wie FRIEDRICH, KEYSELITZ u. a. angeben.

Das Plasma läßt im Leben oft undeutliche Alveolarstruktur wahrnehmen. Ein heller Saum an der Seite der undulierenden Membran ist als ectoplasmatische Differenzierung anzusehen. Ein Periplast ist im Leben nicht nachweisbar. Eine Vacuole am Vorderende, neben dem Blepharoplasten, wie sie sich bei Binnucleaten öfters findet und bei *Tr. dendrocoeli* nach GELEI sowie bei *Tr. intestinalis* nach LÉGER und ALEXEIEFF vorkommt, ist hier nicht vorhanden. Ebenso wenig eine solche im Hinterende des Körpers, die von FRIEDRICH für unsere Form angegeben wurde. Mit Neutralrot im Leben sich rotfärbende Granula sind im Plasma öfters verteilt. Inwiefern sie

mit den später zu beschreibenden Volutin- und Chromatinkörnern in Beziehung zu bringen sind, ist unklar.

Die Kerne von *Tr. helcis* sind bereits im Leben zu sehen; der Blepharoplast als strukturloses Gebilde von etwas stärkerem Lichtbrechungsvermögen als das Plasma und von vorne stumpfer, hinten spitzer Gestalt; der Hauptkern als rundes Bläschen, in dem ein Caryosom von wechselnder Größe liegt, das oft granulären Zerfall zeigt. Eine Kernmembran ist im Leben nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Die Teilung konnte ich teilweise im Leben beobachten. Die Zellteilung, von der Anaphase der Kernteilung bis zur völligen Trennung der Tiere gerechnet, dauert 10–20 Minuten. Einzelne Abschnitte des Verlaufs der Kernteilung konnte ich ebenfalls verfolgen, doch will ich, da sie nur meine Beobachtungen am fixierten Material bestätigten, mich dabei nicht länger aufhalten und gehe zur Beschreibung des fixierten und gefärbten Tieres über.

4. Agamogonie.

Trypanoplasma helcis bietet im fixierten und gefärbten Zustande je nach der Art der Präparation einen überaus wechselnden Anblick dar. Ich will immer zuerst die bei allen Methoden gleichbleibenden Verhältnisse schildern und dann auf die sich ergebenden Verschiedenheiten eingehen.

Was zunächst die Form anlangt, so ist gleich hier zu bemerken daß sie je nach der Konsistenz des Receptaculum-inhaltes und der Art der Fixierung wechselt. Bei Sublimat- und Chromosomiumessigsäurefixierung bleibt die Form meist langgestreckt (wenn man vor der Fixierung den Inhalt des Receptaculums mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt); bei Fixierung mit HERMANN's Gemisch kontrahieren sich die Tiere etwas. Das Plasma ist alveolär strukturiert oder feinkörnig bis homogen (Fig. 31, 94); Extreme, zwischen denen alle Übergänge vorkommen. Selten ist das ganze Plasma homogen, meist ist es zum Großteil alveolär, während kleine Partien homogen bleiben (Fig. 32). Die Größe der Alveolen wechselt ebenfalls ungemein, sie hält sich fast immer unter $1,5 \mu$. Eine Anordnung der Alveolen in Längsreihen, wie sie GELEI angibt und KEYSSELTZ andeutet, war in Giemsa-Präparaten öfters zu beobachten und steht möglicherweise mit dem Verlauf der Myoneme in Zusammenhang (Fig. 83). Ebenfalls in Giemsa-Präparaten war ein ectoplasmatischer Saum wahrzunehmen, der im Gegensatz zum Entoplasma, welches

sich blau färbt, zart rötlich erscheint. Er zieht sich vom Blepharoplasten an der Seite, wo die undulierende Membran verläuft, bis zum Körperende hin, wird jedoch auch an der entgegengesetzten Körperseite sichtbar (Fig. 83, 92). Einen ähnlichen Saum mit derselben Farbreaktion beschreibt KEYSSELITZ bei *Trypanophis grobbeni*. Außerdem ist bei gewissen Methoden (Giemsafärbung bei halber Eintrocknung) ein rotgefärbter Periplast zu unterscheiden (Fig. 163).

Granulationen. Im Plasma finden sich stets Granulationen verschiedener Art in wechselnder Zahl. Bei Eisenhämatoxylinfärbung sind meist in den Eckpunkten der Wabenwände siderophile Körner, die bis zu verhältnismäßig ansehnlicher Größe anwachsen können, wahrzunehmen (Fig. 55). Manchmal ist eine dunkle Rinde von einer hellen Innensubstanz zu unterscheiden, was für ihre Abstammung von Chromatinkörnern spricht (Fig. 39, 43). Bei Giemsafärbung sind zweierlei Körnerarten, rote und blaue, letztere seltener, zu unterscheiden; beide werden von FRIEDRICH erwähnt. Die blauen Körner sind vielleicht mit den Volutinkörnern, die GELEI bei *Tr. dendrocoeli* nachwies, zu identifizieren; ich bin der Sache nicht weiter nachgegangen. Die roten Granula sind als Chromidien aufzufassen, die teils vom Kern, teils vom Blepharoplasten abstammen. Bei Methylgrün-Fuchsinfärbung war von Körnern nicht viel wahrzunehmen, wohl deshalb, weil die Färbung meist ziemlich schwach ausfällt. Interessante Resultate liefert die Färbung nach MALLORY. Das Plasma wird zart rosa gefärbt, die Granula blau; manchmal sind diese so fein verteilt, daß ganze Plasmapartien einen blauen Ton annehmen (Fig. 89). Seltener finden sich große blaue Kugeln, die die Alveolen ausfüllen (Fig. 88). Ihre Bedeutung ist unklar; zuweilen ist ein derartiger Alveoleninhalt auch bei Eisenhämatoxylinfärbung nachzuweisen (Fig. 38) und wird auch von GELEI beschrieben. Pigmentgranula fehlen stets.

Sehr oft sind bei Giemsafärbung rote Granula auf dem Ectoplasma (oder Periplasten) zu beobachten. Sie sind seltsamerweise in regelmäßigen Reihen angeordnet, die von vorne leicht spiralig nach hinten laufen und deren Zahl zwischen 10 und 15 schwankt (Fig. 84). Diese Körner scheinen ein regelmäßiger Bestandteil des Periplasten zu sein und wurden bei allen Entwicklungsstadien angetroffen (im Sommer, wie auch im Winter); sind aber mit keiner andern Methode nachweisbar. Nur bei Methylgrün-Eosinfärbung sieht man gelegentlich eine zart spiralige Streifung der Körperoberfläche, die vielleicht mit der hier beschriebenen Struktur in Zusammenhang steht (Fig. 100). Eine Bildung, die an das eben be-

schriebene etwas erinnert, wurde bei *Herpetomonas* von PROWAZEK beschrieben, nämlich die stäbchenförmigen Granula, die verquellend die Hülle der Dauercysten liefern. Eine Homologie scheint jedoch nicht vorzuliegen. Vielleicht haben wir es hier mit Klebkörnern, wie sie von GOLDSCHMIDT für Mastigamöben nachgewiesen wurden, zu tun, die bei der Kriechbewegung der Trypanoplasmen eine Rolle spielen.

Über weitere Granulationen, die mit dem Geißelapparat zusammenhängen, siehe bei diesem; daselbst sind auch die Myoneme besprochen.

Kern. Der Hauptkern oder Kern, wie er schlechtweg genannt sei, liegt meist in der Mitte des Körpers, kann aber auch jede andere mögliche Lage darin einnehmen, was bei der enormen Metabolie des Tieres nicht wundernehmen kann. Er bietet ein überaus wechselndes Aussehen und sein Bau ist daher nicht leicht zu deuten. Über den Kern der Trypanoplasmen wurden die widersprechendsten Angaben gemacht. Die ersten Untersucher der Bluttrypanoplasmen nahmen diffus verstreutes Chromatin im Innern an, ohne Binnenkörper. LÉGER beschreibt bei *Tr. intestinalis* den Kern als bald mit diffusem Chromatin, bald mit Caryosom versehen. KEYSSELTZ gibt für *Tr. borreli* Außenchromatin (zu Zeiten in acht Chromosomen angeordnet), sowie ein Caryosom mit Centriol, MARTIN für *Tr. congeri* ein großes Caryosom und oft einseitig angeordnetes Außenchromatin an, wieweil letzteres bei der Teilung keine Rolle spielen soll. GELEI beschreibt den Kern von *Tr. dendrocoeli* als Caryosomkern mit wenig spongiösem Außenchromatin. Über den Kern unseres Objektes existieren zwei völlig widersprechende Angaben. Zunächst die FRIEDRICH's. Dieser beschreibt ihn als Kern mit diffus verteiltem Chromatin, ohne Caryosom; gelegentlich lasse sich ein helles Fünfeck in der Mitte des sonst dunkelgefärbten Kernes wahrnehmen, an dessen Ecken je ein Chromatinkorn sitze, von dem Fäden zur Kernmembran ausgespannt sind. Über die Deutung dieses Befundes siehe weiter unten. Zweitens die Angaben JOLLOS', der einen Caryosomkern mit wenig Außenchromatin angibt.

Die Angaben FRIEDRICH's sind, wie ich übereinstimmend mit JOLLOS sagen kann, bis auf den zuletzt erwähnten Befund zum größten Teile falsch und sind aus seiner mangelhaften Technik zu erklären. Die Angaben JOLLOS' kann ich völlig bestätigen, ergänzen und erweitern. Immerhin muß jedoch zugestanden werden, daß wir die verhältnismäßig genauesten Angaben KEYSSELTZ verdanken, der mit der Trockengiemsmethode trotzdem ein verhältnis-

mäßig richtiges, wenn auch nicht vollständiges Bild von Bau und Teilung des Trypanoplasmenkernes zu geben vermochte.

Meiner Auffassung nach liegt ein echter Caryosomkern der ersten Haupttype HARTMANN'S vor, d. h. ein Kern mit einem idiochromatischen Binnenkörper, der ein Centriol enthält und bei der Mitose die Äquatorialplatte liefert. Dabei enthält dieser Kern auch Außenchromatin, das von den cyklischen Umsätzen des Caryosoms herrührt. Ich habe es nicht für überflüssig gefunden, diese allbekannte Definition hierherzusetzen, da es noch immer vorkommt, daß manche jeden Binnenkörper, sei er chromatisch oder nicht, enthalte er ein Centriol oder nicht, als Caryosom bezeichnen.

Der Kern besitzt einen Durchmesser von ca. $2\ \mu$ und ist von einer Membran umgeben, die immer nachweisbar, durch Anlagerung von Chromatin oft kräftig hervortritt, bei der Teilung jedoch verschwindet. Mit Eisenhämatoxylin färbt sie sich schwarz bis grau, mit Giemsa lebhaft rot, mit Methylgrün-Fuchsin blauviolett; alles Reaktionen, die zeigen, daß sich hier die eigentliche Amphipyrenin-substanz von dem angelagerten Chromatin nicht trennen läßt.

Außenchromatin ist fast immer in wechselnder Menge anzutreffen, bald der Membran in Körnchenform anliegend (Fig. 70, 72), bald in großen Klumpen ebendasselbst (Fig. 32), bald den ganzen Kernsaft Raum als Körnerhaufen oder schwach färbbare Masse erfüllend (Fig. 31). Gelegentlich kommt es auch in kurzen Strängen vor (Fig. 69, 71), doch werden Chromosomen weder im Ruhezustand noch bei der Teilung ausgebildet. Es stammt vom Caryosom ab, ein Produkt seiner cyklischen Umsätze. Die Farbenreaktion ist amphoter, stark zur Basophilie neigend. Hinzugefügt sei noch, daß, wie bei vielen Kernen, auch hier der Kernsaft Raum wie immer mehr oder weniger mit Giemsa rot gefärbt wird. Außerdem sind im Kernsaft Raum Lininfäden ausgespannt, die vom Caryosom zur Kernmembran ziehen (Fig. 56, 101, 105).

Der auffälligste Bestandteil des Kernes, das Caryosom, bietet einen höchst verschiedenartigen Anblick. Je nach seinem Entwicklungszustand ist es entweder kompakt, aufgelockert, zerklüftet, oder ganz abgebaut. Seine Größe wechselt dementsprechend. Ich will vom kompakten Caryosom ausgehen. Die Form ist äußerst wechselnd, oft kugelförmig, sehr oft aber mehr oder weniger unregelmäßig (Fig. 165, 171). Dies konstatiert auch JOLLOS und nimmt an, daß mit dem Caryosom Außenchromatin verbacken ist, eine Annahme, die nach dem weiter unten Gesagten überflüssig erscheint, in ihrem Grundgedanken jedoch völlig zutrifft. GELEI will

aus den verschiedenen Caryosomformen (rund oder stäbchenförmig) Rassenunterschiede feststellen. Die Größe des Caryosoms beträgt $0,5-1,5 \mu$. Giemsa färbt es rot (etwas bläulich), Giemsa invertiert bläuviolett, Methylgrün-Fuchsin blau, Mallory orangegelb (Fig. 82, 86, 90, 88). Dies zeigt, daß hier Chromatin und Plastin innig vermenget sind. Innerlich zeigt es gelegentlich eine lichtere Stelle, in der bei Eisenhämatoxylinfärbung ein schwarzes Korn, das Centriol sichtbar wird (Fig. 33, 61). Manchmal findet man sehr kleine „Caryosome“, die bei Giemsa färbung einen mehr oder weniger kräftigen blauen Ton annehmen (Fig. 83, 85, 99, 163). (GELEI gibt die Blaufärbung des Caryosoms bei *Tr. dendrocoeli* als Regel an; doch ist zu beachten, daß er nach Zenkerfixierung [also einem essigsäurehaltigen Gemisch] ebenfalls mit Giemsa färbt!) Hierüber später.

Von dieser Ausgangsform lassen sich alle übrigen Caryosomformen im Zusammenhange mit dem Verlauf der cyklischen Umsätze ableiten. Solche Umsätze wurden bei Trypanoplasmen bisher öfters beobachtet. KEYSSELTZ beschreibt sie bei den Formen von *Tr. borreli* im Egeldarm als sehr regelmäßig ablaufend, es entstehen hierbei acht Chromosomen aus dem Caryosom. Ähnliches findet sich nach demselben Autor bei *Trypanophis*: „... im Kernsafttraum ... sind fein verstreute Chromatinpartikelchen eingelagert, die bei kleiner werdenden und am Ende schwindenden Caryosom zu größeren Brocken sich zusammenballen und schließlich zu biskuitförmigen Chromosomen werden“. Es ist klar, daß damit der cyklische Umsatz gemeint ist, wenngleich dies auch von KEYSSELTZ nicht ausgesprochen wird. GELEI gibt das gelegentliche Vorkommen solcher Umsätze an. JOLLOS bringt hierüber nichts.

Sie seien im folgenden bei *Trypanoplasma helicis* geschildert. Das kompakte Caryosom vergrößert sich durch Flüssigkeitsaufnahme und zeigt eine Aufhellung seines Innern (Fig. 169). Man nimmt jetzt leicht das Centriol wahr, sowie Chromatinkörner, die in der plastinhaltigen Grundsubstanz des Caryosoms liegen (Fig. 36, 61). Das Außenchromatin ist ganz geschwunden, zwischen Caryosom und Kernmembran ist nur ein schmaler Raum vorhanden (Fig. 54, 55). Jetzt lockert sich das Caryosom immer mehr auf und schließlich verlieren die es zusammensetzenden Chromatinkörner ihren gegenseitigen Zusammenhang, das Caryosom löst sich auf und sein Chromatin erfüllt als Außenchromatin den Kernsafttraum (Fig. 31, 34). Vom Caryosom bleibt nur das Centriol übrig, welches oft exzentrisch zu liegen kommt (Fig. 34, 83). Auch das Außenchromatin ordnet

sich oft als Kappe an einer Seite des Caryosoms oder Centriols an (MARTIN *Tr. congeri*). (Fig. 99.) Das Centriol wächst nun wieder zum neuen Caryosom heran (Fig. 35). Ein kugelschalenförmiges Abstoßen des Chromatins, wie es bei Flagellaten und Amöben beschrieben wurde, kommt hier nicht vor. Der Verlauf dieser cyklischen Vorgänge wurde, da er ziemlich lange dauert, nicht am lebenden Objekte verfolgt, sondern nur aus gefärbten Präparaten kombiniert.

Eine interessante Caryosomform, die nur im Winter beobachtet wurde, sei noch beschrieben. Es zeigt hierbei der Kernsaft Raum eine stärkere Färbbarkeit (Giemsa), als das Caryosom, welches sich dann als heller, polygonal begrenzter Raum von dem dunkelrot gefärbten Kernsaft Raum abhebt. Nur die Caryosomrinde färbt sich dunkel und ist mit der Kernmembran durch Fäden verbunden (Fig. 97). Auf diese Bilder ist die oben zitierte Beschreibung FRIEDRICH'S (das „Chromatinfünfeck“) zurückzuführen; auch JOLLOS deutet kurz eine solche Auslegung an.

Gelegentlich (im Sommer, aber äußerst selten) kann sich der Kern in Chromidien auflösen, wie von FRIEDRICH ausführlich geschildert wurde; ich kann eine solche Schilderung nicht bringen, da mir nur sehr wenige Stadien dieses Vorganges unterkamen (Fig. 96).

Blepharoplast. Der zweite Kern des Trypanoplasmenkörpers, der Blepharoplast oder Kinetonucleus hat im Gegensatz zum Hauptkern eine fixe Lage im Körper. Er liegt stets an dessen Vorderende und zwar äußerlich, wahrscheinlich zuerst im Ectoplasma an der der undulierenden Membran entgegengesetzten Seite mit seiner Längsachse der des Körpers parallel gestellt. Diese Lage verdankt er seiner mechanischen Verbindung mit dem Geißelapparat. Er ist fast immer leicht gekrümmt, keulenförmig, und zwar liegt das breitere Ende fast immer vorne. Er kann jedoch unter Umständen unregelmäßig ovale bis Kugelgestalt annehmen (Fig. 63, 94). Derartige Extreme, wie sie GELEI angibt (Blepharoplasten von Geißeldicke), fanden sich nie vor. Seine Begrenzung ist vorne stumpf eckig oder rund, an den Seiten gerade oder mit stumpfen Einbuchtungen versehen; gelegentlich treten Schrumpfungen auf, wobei die Begrenzung gezackt erscheint (Fig. 74). Das Hinterende läuft oft spitz zu, zeigt dann auch zumeist ein oder zwei Endfibrillen, die bis zum Hinterende des Körpers laufen können und mit einer knopfartigen Anschwellung endigen (Fig. 31, 34, 38, 164); Gebilde, auf die JOLLOS zuerst aufmerksam gemacht hat und die

mit der entsprechenden Fibrille bei *Prowazekia asiatica* zu homologisieren sind. Sie üben höchstwahrscheinlich Stützfunktionen aus und bewirken die fixe Verbindung des Blepharoplasten mit dem Geißelapparat und damit mit einem bestimmten Teil der Körperoberfläche. Siehe auch weiter unten bei den Rhizoplasten.

Die Länge des Blepharoplasten (samt Endfibrillen, von denen der eigentliche Kern schwer abzutrennen ist) beträgt 3—7 μ , seine maximale Breite 1,5 μ .

Der innere Bau ist bald beschrieben. Eine Kernsaftzone wie bei *Prowazekia* oder *Trypanosoma* ist nicht vorhanden. Bei starker Differenzierung zeigt der Blepharoplast eine stark färbbare Rinde und im Innern dicke balkenartige Gerüstbildungen in geringer Zahl (Fig. 31, 71), seltener ungleich verteilte Körner oder Wabenbau (Fig. 98, 105); Strukturen, über die sich merkwürdigerweise bei JOLLOS nichts findet. Manchmal kann ein Teil des Inhaltes verklumpen und sich im Vorder- oder Hinterteil des Kernes ansammeln (auch von KEYSSELTZ angegeben). (Fig. 80, 101.) Ein Caryosom ist nicht vorhanden, ebensowenig wie eine Anordnung von acht Körnern (Chromosomen) und einem Centriol, die KEYSSELTZ bei *Tr. borreli* beschreibt, festzustellen war. Die Substanz des Blepharoplasten ist rein basophil. Giemsa färbt sie rein rot, Giemsa invertiert blauviolett, Methylengrün-Fuchsin meist rein grün, MALLORY orangegeb. GELEI behauptet, daß ein großer Unterschied in der Färbbarkeit zwischen Blepharoplast und Kern besteht, was ich für *Tr. helicis* nicht bestätigen kann. Es ist nicht recht anzunehmen, daß bei so nahe verwandten Formen, wie *Tr. dendrocoeli* und *Tr. helicis*, ein derartiger Unterschied bestünde; es dürfte daher GELEI'S Angabe entweder irrig sein oder auf eine andere Wirkungsweise seiner Giemsafärbung zurückzuführen sein. Insofern hat G. recht, als der Kern wegen des umgebenden Entoplasmas mit Giemsa sich etwas bläulich färbt und überhaupt bei allen Methoden weniger intensiv gefärbt wird als der Blepharoplast. Acidophile Substanz in Körnerform, wie sie GELEI u. a. beschreiben, konnte ich im Blepharoplasten nie wahrnehmen. Die Endfibrillen sind aber nicht basophil, wie JOLLOS anzunehmen scheint, sondern acidophil, wie die oben angeführten Färbungen zeigen.

Schon seit längerer Zeit ist es bekannt, daß bei den Blepharoplasten der Trypanoplasmen Substanzwanderungen ins Plasma vorkommen. KEYSSELTZ hat dies für *Tr. borreli*, FRIEDRICH und GELEI für andere Formen nachgewiesen. Auch bei *Tr. helicis* scheint dies vorzukommen, doch nicht so häufig wie bei anderen Formen. Die

Abstoßung tritt auch hier am Hinterende des Blepharoplasten auf und liefert so die chromatischen Granula des Cytoplasmas. Manchmal wandert die Blepharoplastsubstanz zwischen den Endfibrillen bis an deren Ende weiter und bildet dort eine blasige Auftreibung (Fig. 36). Wenn JOLLOS annimmt, daß die Endfibrillen in Chromidialgranula umgewandelt werden, so kann ich dem nach dem oben Gesagten nicht beipflichten. Ein Zerfall des Blepharoplasten in zwei oder mehrere Stücke, wie ihn FRIEDRICH für *Tr. helcis* u. a. Autoren für andere Formen angeben, wurde nie festgestellt.

Auch der Blepharoplast kann sich in Chromidien umwandeln (Fig. 95).

Lokomotorischer Apparat. Unter dieser Bezeichnung seien Geißeln, Basalkörner, Crista und Myoneme zusammengefaßt. Die Geißeln sind in Zweizahl vorhanden, ihre Wirkungsweise wurde bereits oben besprochen. Beide sind von gleicher Dicke; ich konnte nie feststellen, daß die Vordergeißel kräftiger ist als die Schleppgeißel, wie FRIEDRICH für unser Objekt und KEYSSELITZ für *Trypanophis* angeben. Die Schwimmgeißel besitzt eine Länge von ca. 12 μ und läuft von dem am stumpfen Ende des Blepharoplasten gelegenen Basalkorn in einem „Plasmaschnabel“ nach vorne und tritt sodann aus dem Körper aus (Fig. 31, 38). Die Schleppgeißel, die den Randfaden der undulierenden Membran liefert, ist durchschnittlich 25 μ lang. Ihr Basalkorn liegt neben dem der Schwimmgeißel; von da aus biegt die Schleppgeißel rechtwinkelig ab, um sodann gleich an der Körperkante nach hinten zu laufen. Von einem Parallelverlauf des Anfangsteiles mit dem der Schwimmgeißel, der von FRIEDRICH angegeben wird, nahm ich nichts wahr. Über die undulierende Membran ist weiter nichts zu sagen, da sie bei der Konservierung meist verschwindet, indem sich die Schleppgeißel entweder an den Körper dicht anlegt oder sich von ihm ablöst (von JOLLOS auch angegeben) (Fig. 34).

(Hier sei kurz der morphologische Wert der Geißelanordnung berührt. KEYSSELITZ hat die Gattung *Trypanophis* von *Trypanoplasma* abgetrennt und als Unterschied angeführt, daß nicht wie bei *Trypanoplasma* die hintere Geißel, sondern die vordere zur Schleppgeißel und damit zum Randfaden der undulierenden Membran geworden ist. Nun haben wir aber außer der Lage und Bewegungsrichtung der Geißel selbst keinerlei andere Anhaltspunkte, welche Geißel die vordere und welche die hintere ist, da überhaupt diese Unterscheidung nicht auf morphologischer, sondern auf funktioneller Basis steht. Daher halte ich diese Unterscheidung sowie die sich

darán knüpfenden Kontroverse, ob eine Art zu *Trypanoplasma* oder zu *Trypanophis* gehört, für müßig und kann LÉGER nur beipflichten, wenn er letztere Gattung streicht und zu *Trypanoplasma* zieht.)

Die Substanz der Geißeln ist, wie zu erwarten, rein acidophil und sind auch in streng feucht fixierten Giemsapräparaten blau gefärbt (Fig. 93), nicht wie meist angegeben wird, rot.

Beide Geißeln entspringen von je einem Basalkorn. Diese beiden Körner sind im Vergleich mit der Körperachse entweder dicht hintereinander oder nebeneinander angeordnet (Fig. 31, 32), manchmal jedoch einander so sehr genähert, daß sie als ein einziges Basalkorn imponieren (Fig. 35, 162). Sie erscheinen als deutlich von den Geißeln abgesetzte knopfartige Gebilde (also nicht als keulenförmige Anschwellung der Geißelbasis wie sie GELEI bei *Tr. dendrocoeli* darstellt) von acidophiler Reaktion. Sie sitzen gelegentlich dem Blepharoplasten direkt auf, meist jedoch sind sie etwas von demselben entfernt und mit ihm durch Rhizoplasten, deren Vorhandensein bei *Tr. intestinalis* ALEXEIEFF leugnet verbunden (Fig. 32). Interessant ist die Angabe GELEI's, daß die Rhizoplasten nicht in den Blepharoplast hineinziehen, sondern an ihm vorbeilaufen; weiter konnte sie GELEI nicht verfolgen. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, ja sogar sehr wahrscheinlich, daß auch bei unserem Objekt die Rhizoplasten am Blepharoplast vorbeiziehen und ihre direkte Fortsetzung in den sogenannten Endfibrillen des Blepharoplasten, die ja acidophil sind, finden. Dies könnte aber auch bei einem direkten Durchtritt durch den Blepharoplasten der Fall sein. Eine Verbindung der Basalkörner untereinander, wie von JOLLOS angegeben, wurde nicht beobachtet.

Ein Gebilde bleibt noch zu erwähnen, die Crista oder chromatische Linie der undulierenden Membran. Es zieht nämlich von der Basalkorngruppe ein stark siderophiler Streifen längs der Basis der undulierenden Membran nach hinten (Fig. 31, 57, 72, 162, 165). In Eisenhämatoxylinpräparaten erkennt man die Crista als eine kräftige Fibrille, die vom Basalkorn der Schleppgeißel auszugehen scheint, nach hinten zieht und kurz vor dem Hinterende des Körpers mit einer knopfartigen Verdickung endigt. Auf dieser Fibrille sind nun, wie man besonders deutlich in Giemsapräparaten sieht, ihrer ganzen Länge nach chromatische (rote) Granula angeordnet (Fig. 83). Die Fibrille selbst ist bei Giemsa-Färbung fast gar nicht wahrnehmbar. Diese Bildung ähnelt ganz auffallend der homologen Bildung bei *Trichomonas*, die vor kurzem durch KUCZYŃSKI eingehend analysiert wurde und fungiert wie sie wahrscheinlich als

Stütze der undulierenden Membran und so als Antagonist der Myoneme, als Geradestrecke des Körpers. LÉGER hat diese Struktur bei *Tr. intestinalis* beobachtet: er schildert die Reihe der chromatischen Körner sodann (aber nicht im Zusammenhange damit) „un myonème de renforcement“ längs der undulierenden Membran, welches „myonème“ wohl die Cristafibrille darstellt. Ähnliche Befunde scheinen der Beschreibung KEYSELITZ', „von der Diplosombasis zieht zentral im Körper eine ziemlich starke Fibrille, die sich nach hinten verliert“ zugrunde zu liegen. ALEXEIEFF beschreibt die betr. Struktur zwar nicht, doch ist auf jeder seiner Abbildungen von *Tr. dahli* (= *intestinalis*) längs der Basis der undulierenden Membran eine Reihe siderophiler Granula dargestellt. Sonst findet sich hierüber in der ganzen Literatur keine Erwähnung.

Zum Schlusse wären noch die Myoneme anzuführen, die bei dieser Form nicht leicht darstellbar sind. Am besten sieht man sie in Eisenhämatoxylinpräparaten, die mit HERMANN'S Gemisch fixiert wurden. Man kann ihrer meist ungefähr acht unterscheiden, die von der Basalkorngruppe ausgehen (ihr genauer Ursprung konnte nicht festgestellt werden), an der Körperoberfläche nach hinten ziehen und scheinbar in einem Punkte endigen (Fig. 34, 63). Im fixierten Präparat zeigen sie oft leichte Schlingelung (Fig. 166). Bei Giemsa- und anderen Färbungen sind sie nicht nachweisbar.

Am Schlusse der Beschreibung des Baues von *Tr. heliciis* möchte ich einige vergleichende Beobachtungen und Bemerkungen über die Resultate und den Wert der GIEMSA-ROMANOWSKY-Färbung einschalten. Es scheint dies nicht unangebracht, als besonders in letzter Zeit KÜHN, v. SCHUKMANN und v. WASIELEWSKI diese Methode wieder allgemein verwenden und auf Grund der damit erzielten Resultate eine Umwertung der Kernbestandteile vornehmen, da sie, um die Worte dieser Autoren zu gebrauchen „konstante, durch das ganze Kernleben gleichbleibende Farbreaktionen“ liefern soll. Dabei wird natürlich nur die feuchte Fixierung und Färbung angewandt.

Wenn man die gründlichen Erörterungen und zutreffenden kritischen Betrachtungen KÜHN'S und WASIELEWSKI'S über den Chromatinbegriff und sonstige Fragen der Cytologie liest, so muß es wundernehmen, daß diese Autoren trotzdem die Unzuverlässigkeit der GIESMA-Methode, die in ihrer Neigung zur metachromatischen Erscheinung wurzelt und die auch aus den Abbildungen KÜHN'S und WASIELEWSKI'S ersichtlich ist, vollständig übersehen haben. Unter diesen nimmt den ersten Rang ihre sogenannte Inversions-

möglichkeit ein, d. h. die Färbung schlägt unter Umständen in das gerade Gegenteil um, was normalerweise zu erwarten ist (Fig. 86); das Chromatin wird anstatt rot blauviolett, das Plasma anstatt blau rot. Das Vorkommen dieser Erscheinung wurde mir auch von anderen Seiten bestätigt; ihre Ursachen sind nicht genau bekannt; eine ist die, daß anstatt Jodjodkalium Jodalkohol zur Entfernung des Sublimats verwendet wird. Wenn diese Inversion eine vollständige ist, so können auch solche Präparate ausgenützt werden und ich habe auch Figuren aus solchen reproduziert; das Gefahrmoment dieser Erscheinung liegt vielmehr darin, daß man nie weiß, ob in einem Präparat nicht etwa teilweise Inversion eingetreten ist und auf welche Teile sich dieselbe erstreckt. So z. B. dürfte in den meisten Amöbenpräparaten KÜHN's und WASIELEWSKI's die GIEMSA-Färbung ganz oder teilweise invertiert sein.

Die weiteren Fehlerquellen liegen in der Abhängigkeit des Färberesultates von dem Flüssigkeitsgehalte des Objektes vor der Fixierung; je nachdem letzteres in streng feuchtem, halb oder ganz eingetrocknetem Zustande fixiert wird. Dies ist folgendermaßen zu verstehen: feucht fixiert wird dann, wenn das Tier im Momente der Fixierung von der Flüssigkeit ganz bedeckt ist; halb trocken dann, wenn die Zelloberfläche sowie die Geißeln schon trocken sind, die Zelle aber noch im Besitze ihres natürlichen Wassergehaltes fixiert wird. Im großen und ganzen kann man den Einfluß auf die Färbung wie folgt angeben: mit zunehmender Trockenheit des Objektes nimmt die Neigung der Farbe ins Rote zu spielen zu (vielleicht spielt hier der Säure- resp. Alkaligehalt der Luft eine Rolle). Nach streng feuchter Fixierung besitzt die Färbung tatsächlich „einen hohen Grad von Spezifität“; bei vollkommener Trocknung wird alles rot. Dazwischen finden sich alle Übergänge. Auch hier springt die Unmöglichkeit einer genauen Kontrolle aller dieser Faktoren in die Augen. KÜHN und SCHUCKMANN's Trypanosomenpräparate zeigen die Geißeln rot, das Plasma rosa bis violettblau, den Außerkern rot und das Caryosom blau, woraus man den Schluß ziehen darf, daß sie bei halber Eintrocknung fixiert haben (was bei Blutpräparaten nicht verwunderlich ist).

Zu all dem muß man noch die unbekannten Faktoren, die bei der Färbung mitspielen, in Betracht ziehen, um ein Bild von der Wirkungsweise dieser Methode zu gewinnen, ein Bild, wie ich es im folgenden zu entwerfen versuchen werde.

Zunächst will ich die Resultate anderer Autoren bei Trypanoplasmen anführen. M. PLEHN findet in mit Alkohol fixierten

Trockenpräparaten von *Tr. cyprini* (die wie EHRLICH angibt, in ihrer Reaktionsfähigkeit am wenigsten geschädigt werden) das Plasma blau, den Kern rot, den Blepharoplasten jedoch tiefblau gefärbt. Nach Ätheralkohol-Fixierung wird der Kern schwächer rot gefärbt, nach Osmiumsäure-Fixierung werden Kern und Blepharoplast rot-violett.

KEYSSELITZ findet in Trockenpräparaten von *Tr. borreli* das Plasma blau bis violett, Kern und Blepharoplast rot, das Caryosom tiefblau bis violett, Diplosom und Geißeln rot gefärbt.

Ich finde in Trockenpräparaten von Bluttrypanoplasmen, die mit Alkohol oder Ätheralkohol fixiert wurden, das Plasma blau, Kern und Blepharoplast rot, die Geißeln zart violett gefärbt.

Bei *Trypanoplasma helici*s erhält man folgende Resultate, die in der Tabelle zusammen mit Resultaten der anderen Protozoen aufgezählt sind.

Objekt	Fixierung	Peri-plast	Plasma	Caryo-som	Außen-kern	Ble-pharo-plast	Elast. Fi-brillen	Geißel	Basal-korn
<i>Trypanoplasma helici</i> s	Sublimat feucht	blau	blau	rot	rot	rot	blau	blau	blau
<i>Trypanoplasma helici</i> s	Sublimat feucht invertiert	rot	rot	violett	violett	violett	rot	rot	rot
<i>Trypanoplasma helici</i> s	Sublimat randtrocken	rot	blau	rot	rot	rot	violett	rot	rot
<i>Trypanoplasma helici</i> s	Sublimat halbtrocken	rot	violett	rot	rot	rot	rot	rot	rot
<i>Trypanoplasma helici</i> s	Sublimat trocken	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot	rot
<i>Trypanoplasma helici</i> s	trocken, Alkohol	rot	blau	blau	rot	rot	rot	rot violett	rot
<i>Trypanoplasma borreli</i>	trocken, Alkohol	rot	blau	rot	rot	rot	—	violett	—
<i>Trypanosoma carassii</i>	trocken, Alkohol	bläu- lich	blau	rot oder blau	rot	rot	—	rot oder blau	rot
<i>Trepomonas agilis</i>	Osmiumdampf, dann Trocknung	—	blau	rot	rot	—	—	rot bis violett	—
<i>Tetramitus piriformis</i>	Osmiumdampf, dann Trocknung	—	violett	rot	rot	—	—	rot	rot

Objekt	Fixierung	Peri- plast	Plasma	Caryo- som	Außen- kern	Ble- pharo- plast	Elast. Fi- brillen	Geißel	Basal- korn
Monocercomonas orthopterorum	Osmiumdampf, dann Trocknung	—	blaß- blau	blau	rot	—	rot	rot	rot
Trichomastix lacertae	Osmiumdampf, dann Trocknung	—	blaß- blau	—	rot	—	blau	rot	rot
Trichomastix lacertae	trocken, dann Alkohol oder Osmiumsäure	—	rot	—	rot	—	rot	rot	rot

Vergleichende Tabelle der Färbungsergebnisse bei *Trypanoplasma helicis* und anderen Flagellaten. Alle Färbungen wurden mit ein und derselben GIEMSA-Stammlösung (GRÜBLER), die sich im Laufe von 2 Jahren nicht verändert hat, im Laufe von 4 Wochen ausgeführt. Einschuß: Zedernöl.

Man sieht aus dem dritten Teil dieser Tabelle die Verschiedenheit der Resultate auch bei gleichbleibenden Bedingungen. Ferner sieht man, wie mit dem fortschreitenden Grade der Austrocknung ein Organ nach dem anderen rot gefärbt wird.

Die Giemsa-Methode ist also, wie schon von vielen Seiten angegeben, trotz ihrer Vorzüge (scharfe Differenzierung der Zellbestandteile) nur mit Vorsicht und unter steter Kontrolle anzuwenden und der Ausspruch v. WASIELEWSKI'S: „zur klaren Unterscheidung der verschiedenen Kernbestandteile ist die sachgemäße Anwendung der Romanowskyfärbung unentbehrlich“ ist mit Vorbehalt aufzunehmen.

Teilung. Die Teilung der Trypanoplasmen, speziell ihrer Kerne wurde bisher in recht verschiedener Weise geschildert und es verlohnt sich, näher auf die verschiedenen Beschreibungen einzugehen. Die Untersucher der Bluttrypanoplasmen LAVERAN ET MESNIL sowie LÉGER fanden nur selten Teilungsstadien; sie nehmen Amitose sowohl des Blepharoplasten als auch des Kernes an. KEYSSELTZ bringt auch nur verhältnismäßig wenig Teilungsbilder, zumeist Telophasen; nach seiner Schilderung wird das Caryosom des Hauptkernes sehr klein, dehnt sich und stemmt den Kern auseinander; die Tochterkerne bleiben noch lange durch das Mittelstück des Caryosoms verbunden. Der Blepharoplast soll sich amitotisch der Quere nach teilen. Diese Darstellung ist, wie wir sehen werden, für den Hauptkern richtig. MARTIN beschreibt in ähnlicher Weise die Kernteilung von *Tr. congeri*, bringt aber nur Telophasen der Teilung, die erkennen lassen, daß das Caryosom während der Teilung ziemlich groß und kräftig bleibt; das Außenchromatin wird von

MARTIN gar nicht berücksichtigt. Der Blepharoplast teilt sich nach MARTIN amitotisch der Quere nach. GELEI bringt eine ausführliche Schilderung der Kern- und Blepharoplastteilung von *Tr. dendrocoeli*. Er gibt eine Caryosommitose mit folgender Amitose desselben und des Außenchromatins an (Meromitose GELEI), seine Abbildungen sind jedoch zum Teil recht unklar und belegen nicht alle Übergänge. Der Blepharoplast teilt sich amitotisch, jedoch der Länge nach.

Über die Teilung unseres Objekts existieren zwei Angaben: FRIEDRICH beschreibt reine Amitose des Hauptkernes und Amitose des Blepharoplasten der Länge und Quere nach; seine Resultate sind, wie oben erwähnt, größtenteils unrichtig. JOLLOS schildert die Teilung nur knapp, er stellte beim Hauptkern Mitose des Caryosoms mit Centriol und Äquatorialplatte fest, die Pro- und Telophase ist jedoch nicht geschildert und abgebildet. Der Blepharoplast soll sich nach JOLLOS ebenfalls mitotisch teilen. Es war JOLLOS, wie er mir schriftlich mitteilte, zunächst nur darum zu tun, die weitgehende Übereinstimmung der Kernteilung der Trypanoplasmen mit der der Trypanosomen festzustellen, daher die Knappheit seiner Darstellung.

Im Gegensatz zu den Angaben anderer Autoren finden sich bei *Tr. helici*s Teilungsstadien ziemlich häufig: etwa 1 % der Tiere war in Teilung begriffen, so daß bei der enormen Individuenzahl zahlreiche Teilungsstadien zur Beobachtung kamen.

Obwohl sich meist der Blepharoplast vor dem Hauptkern teilt, sei mit der Darstellung des letzteren begonnen.

Diese beginnt damit, daß das Caryosom an Größe zunimmt und dabei eine Auflockerung erfährt; man nimmt sodann das Centriol innerhalb eines hellen Hofes im Innern des Caryosoms wahr. Das Außenchromatin ist völlig geschwunden. Jetzt teilt sich das Centriol (Fig. 41) und seine Teilstücke wandern, durch eine kräftige Centrodemesose verbunden, auseinander, dabei Caryosom und Kern in die Länge ziehend (Fig. 42, 43, 167). Das Chromatinmaterial des ersteren zerfällt nunmehr in eine beträchtliche Anzahl von Körnern, die manchmal Bläschenstruktur zeigen (Fig. 43), deren Zusammenhang untereinander jedoch noch gewahrt bleibt. (Die Bläschenstruktur chromatischer Primitivkörner, ihre Kavulation hebt PROWAZEK bei *Amoeba globigera* SCHAUD. und bei Ciliatenkernen hervor; hier ist ein weiteres Beispiel dieses Vorkommens gegeben). Die Kernmembran löst sich während dessen auf; der Kernsaft Raum bleibt jedoch während des ganzen Verlaufes der Teilung erhalten.

Das Centriol oder vielmehr nur die Centrodemesose wächst immer mehr in die Länge, bis schließlich das gedehnte Caryosom

reißt und sich seine Teile in zwei Hälften um die Mitte der Centrodsmose gruppieren (Fig. 44). Dieser Zerfall des Caryosommaterials in zwei Hälften erinnert an die Kernteilung von *Prowazekia*, mit der jedoch die Teilung unserer Form sonst keine Ähnlichkeit aufweist. Von den Centriolen ziehen schwer nachweisbare achromatische Fäden in Form zweier Kegel zu den Caryosomhälften (Fig. 44); man ist wohl berechtigt, sie als Zugfasern anzusehen. Wenn sich jetzt die Centrodsmose stark dehnt, wird diese Spindel sehr deutlich (Fig. 45, 87, 168). Dieses Stadium, welches man, obwohl Chromosomen normalerweise durchaus nicht ausgebildet werden (wie ALEXEIEFF für *Tr. dahl*i angibt), als das der Äquatorialplatte bezeichnen kann, dauert nur kurze Zeit an, wie aus der Seltenheit seines Vorkommens in den Präparaten zu schließen ist. Sodann teilt sich das Caryosommateriale rasch in zwei Hälften, die ebenfalls rasch zu den Polen der Spindel wandern (Fig. 47, 46, 169).

Jetzt beginnt die Telophase, die längere Zeit in Anspruch nimmt. Die Centrodsmose streckt sich immer mehr und stemmt so den Kern auseinander, übt auch zweifellos einen Einfluß auf das Cytoplasma aus, da sich dieses synchron mit der Dehnung des Kernes in die Länge zieht und in der Mitte eine Einbuchtung erfährt (Fig. 49). Die Lage, die der sich teilende Kern zur Längsachse der Zelle einnimmt, ist anfänglich wechselnd, erst später stellt sich die Teilungsebene parallel zu ihr. Der Kernsaft Raum, der bisher um die Centrodsmose in voller Breite bestanden, wird nun in der Mitte eingeschnürt, die Centrodsmose reißt, wird zum Teil resorbiert, es bilden sich neue Kernmembranen und die Tochterkerne runden sich ab (Fig. 49, 50). Die beiden Tochtercaryosomhälften verschmelzen mit einander zu einem Tochtercaryosom, welches in seiner Mitte das ebenfalls abgerundete Centriol birgt. Eine Zweiteilung des Centriols auf diesem Stadium konnte ich nie feststellen (gegen JOLLOS). Damit ist die Kernteilung abgeschlossen. Man ersieht daraus, daß von einer weitgehenden Übereinstimmung mit der Kernteilung der Trypanosomen nicht die Rede sein kann, wohingegen die Ähnlichkeit mit der von *Herpetomonas* (n. WENYON) nicht unbeträchtlich ist.

Anknüpfend an diese Beschreibung sei erörtert, in welcher Weise diese mit den Schilderungen der übrigen Autoren in Einklang zu bringen ist und ob eine andere Deutung der verschiedenen Kernbestandteile möglich wäre. Die Schilderung KEYSSELTZ' und JOLLOS' stimmen mit meiner im Prinzip überein. FRIEDRICH's Angaben übergehe ich. Anders steht es mit den Angaben MARTIN's bei

Tr. congeri. Dieser Autor bringt ähnliche Bilder von Anaphasen wie ich, zeichnet aber das Centriol verhältnismäßig dicker und deutet es als Caryosom. Da auf Grund dieser Deutung vielleicht meine Auffassung des Centriols angefochten werden könnte, sei sie hier widerlegt. Ihre Unrichtigkeit wird durch die Bildung der Äquatorialplatte aus dem Caryosom, wie sie hier beschrieben wurde und durch die acidophile Farbenreaktion des Centriols dargetan. Auffällig ist ferner der beträchtliche Größenunterschied zwischen „caryosome“ und „caryosome“ in MARTIN's Figuren 2 und 3. Ferner spricht dagegen eine Teilungsfigur, die von mir einmal angetroffen wurde und eine Centrodosome mit stark verbreiterten Polen (Polkappen) und eine tonnenförmige Spindel mit einer schmalen, ringförmigen körnigen Äquatorialplatte zeigte (Fig. 51). Es ist hier offenbar an den Centriolen Caryosommaterial hängen geblieben, weshalb auch die Äquatorialplatte eine Einbuße erlitten hat. Noch besser zeigt dies die offenbar bereits pathologische Telophase von Fig. 52, bei der sämtliches Chromatinmaterial an die Pole gerückt ist.

GELEI beschreibt den Verlauf der Teilung bei *Tr. dendrocoeli* in anderer Weise als ich. Die Entstehung der Spindel ist sehr unklar geschildert, es soll das kleine und schmale Caryosom sich zuerst strecken, dann sich in dessen Innern Centriolen und eine Äquatorialplatte herausdifferenzieren. Er bringt auch schöne Spindelbilder, von denen einige die Centrodosome deutlich zeigen. Die Anaphase findet sich nicht geschildert, es soll das Caryosom sodann weiter in die Länge gezogen werden, wobei Spindel und Centriol wieder verschwinden und eine amitotische Teilung vonstatten geht (Meromitose). Jetzt teilt sich das Caryosom an den Polen, was von GELEI mit einer frühzeitigen Centriolteilung, wie sie bei Protozoen und Metazoen öfters vorkommt, verglichen wird (mir scheint es sich um die noch nicht verschmolzenen Tochterplatten zu handeln), die Kerne trennen sich und die Teilung ist vollendet. Es scheint, daß GELEI zu wenig Teilungsstadien untergekommen waren oder daß die Fixierung teilweise ungenügend gewesen und daß die Reihenfolge der Stadien teilweise falsch von ihm aufgestellt wurde. In welcher Weise die Schilderung GELEI's mit der hier gegebenen Darstellung in Einklang zu bringen ist, müßten Nachuntersuchungen an *Tr. dendrocoeli* zeigen, jedoch steht soviel fest, daß dies möglich sein muß, da bei so nahe verwandten Formen keine derartigen Unterschiede in der Teilungsart bestehen können, was auch die Arbeiten KEYSELITZ', JOLLOS' und MARTIN's zeigen.

Zu erwähnen wären noch die Angaben ALEXEIEFF's über die

Kernteilung von *Trypanoplasma intestinalis*. Er läßt das Caryosom sich auflösen, das Chromatin sich in acht Chromosomen anordnen und den Kern „monopanmitotisch“ (ALEXEIEFF) sich teilen. Dabei hat ALEXEIEFF in allen Fällen die Centrodese, die er „tractus fusorial“ nennt, festgestellt. Aus den beigegegebenen Bildern erkennt man, daß der Teilungsvorgang zweifellos dem unserer Form sehr ähnlich ist, aber von ALEXEIEFF zwar richtig aber recht flüchtig beobachtet und falsch gedeutet wurde.

Blepharoplast- und Geißelteilung. Die Teilung des Blepharoplasten ist viel einfacher als die des Hauptkernes, es sei gleich vorweggenommen, daß sie auf amitotischem Wege verläuft.

LAVERAN ET MESNIL, LÉGER und KEYSSELITZ nahmen amitotische Querteilung an, wobei sie sichtlich Teilung mit Fragmentierung des Blepharoplasten verwechselten. (Als seltenes Vorkommen wird Längsteilung des Blepharoplasten von KEYSSELITZ beschrieben.) MARTIN beschreibt mitotische Teilung, es ist aber unklar ob Längs- oder Querteilung. GELEI hat zuerst in einwandfreier Weise alle Stadien der amitotischen Längsteilung des Blepharoplasten von *Tr. dendrocoeli* festgestellt. FRIEDRICH beschrieb bei *Tr. helici*s amitotische Quer- als auch Längsteilung (von hinteren Ende an) seine Darstellung ist aber etwas unklar. JOLLOS leugnet das Vorderhandsein einer Längsteilung und beschreibt Mitose (der Quere nach) mit Spindel, Centriolen und Äquatorialplatte, analog der Blepharoplastenleitung der Trypanosomen, wie sie ROSENBUSCH beschrieben.

Da die Teilung des Blepharoplasten in engstem Zusammenhange mit der Teilung des lokomotorischen Apparates steht, seien sie beide zugleich behandelt. An dem zur Teilung sich vorbereitenden Blepharoplasten sind keinerlei Veränderungen, wie z. B. Volumzunahme oder Andeutung eines Längsspalt (die bei anderen Trypanoplasmen beschrieben wurden) wahrzunehmen. Erwähnt sei, daß ich die Teilung des Blepharoplasten in ihren Anfangsstadien im Leben nie beobachten konnte. Die Teilung beginnt damit, daß die beiden Basalkörner etwas auseinanderrücken (Fig. 170). Sodann wird der Blepharoplast indem sich an seinem Vorderende ein Spalt bildet, rasch auseinandergezerrt; er wird also tatsächlich längsgespalten (Fig. 53, 54, 55). Der Blepharoplast bietet auf diesem Stadium das Bild einer zweizinkigen Gabel, deren Zinken ziemlich gespreizt sind und an den Enden je ein Basalkorn mit ein oder zwei Geißeln tragen. Ist der Spalt bis zum hintern Ende des Blepharoplasten vorgedrungen, so liegen auch schon seine Teilstücke in einer Linie und werden nun in gewöhnlicher Weise auseinandergezogen, so daß

das Endstadium der Teilung dem einer amitotischen Querteilung gleicht (Fig. 56, 57), womit die Teilung beendet ist. Die Endfibrillen des Blepharoplasten, die vor der Teilung entweder resorbiert oder schlecht sichtbar werden, wachsen nach vollendeter Teilung wieder aus (Fig. 50); ein Verhalten, das für ihre Centrodemesen-(Rhizoplasten-) Natur spricht. Daß sie, wie JOLLOS annimmt, vor der Teilung allmählich zerfallen und so „Chromidien“ aus sich entstehen lassen, ist nicht anzunehmen (Acidophilie!). Strukturveränderungen des Blepharoplasten sind auch während der Teilung nicht festzustellen.

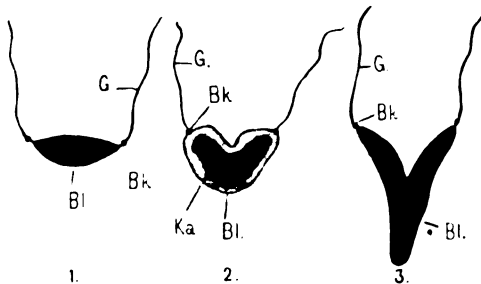
Bilder, die man als mitotische Teilungsfiguren deuten könnte, fand ich nur höchst selten; der Blepharoplast zeigte Spindelgestalt und im Äquator eine Verdichtung seiner Substanz; die Geißeln lagen an einem Pole; in einem Falle war auch am anderen Pol eine Geißel vorhanden (Fig. 58, 59). Andere Stadien weisen ebenfalls Spindel-form des Blepharoplasten auf, der in der Mitte etwas eingeschnürt erscheint, doch fehlten hier die Geißeln (Fig. 60, 61). Wegen der Seltenheit dieser Befunde und ihrer großen Verschiedenheit von der normalen Teilung ist die Möglichkeit, daß es sich um zufällige Strukturveränderungen, die mit Teilung nichts zu tun haben, handelt, nicht von der Hand zu weisen. (Die Figuren 11 und 12 von JOLLOS lassen eine derartige Deutung durchaus zu). Entschieden ist die oben beschriebene Längsteilung die Regel, wenngleich sie sicherlich nicht als primäre, sondern als sekundäre Erscheinung aufzufassen ist.

Der Weg, auf dem sie aus einer mitotischen Querteilung, wie sie die Trypanosomen aufweisen, abgeleitet gedacht werden könnte, wäre etwa folgender. Bei *Prowazekia* findet sich Querteilung des Blepharoplasten, wobei die Basalkörner an seine zwei Enden treten, ohne daß eine Äquatorialplatte ausgebildet wird. Bei *Herpetomonas* hat sich das Bild insoweit verändert, als die Basalkörner nicht vollends an die Blepharoplastenenden rücken, sondern an der Seite desselben stehen bleiben, und dann den Blepharoplasten von da aus in zwei kurzen Zipfeln auseinanderziehen. Aus diesem Teilungsmodus ist leicht der von *Trypanoplasma* abzuleiten. Eine schematische Darstellung dieser drei Teilungstypen läßt die Ableitung, die natürlich nur eine morphologische nicht aber eine phylogenetische¹⁾

¹⁾ Wenn man zu der auffallenden Ähnlichkeit von Kern und Kernteilung von *Trypanoplasma* mit der von *Herpetomonas* noch die jetzt ausgeführte Ähnlichkeit der Blepharoplastenteilung und dazu „Zweigeißeligkeit“ von *Herpetomonas* in Betracht zieht, so drängt sich der Gedanke auf, ob nicht doch *Herpetomonas* in phylogenetischer Hinsicht mit *Trypanoplasma* zusammenhängt. Man müßte bloß einen Achsenfaden der bimeren *Herpetomonas*-Geißel nach hinten schlagen, um ein in jeder Hinsicht typisches *Trypanoplasma* zu erhalten.

sein soll, viel klarer erkennen (Textfig. C); es wäre demnach die Teilung des Trypanoplasmenblepharoplasten eigentlich eine maskierte Querteilung, die nur deswegen als Längsteilung imponiert, weil die Querdimension des Blepharoplasten über die Längendimension überwiegt.

Die Geißeln werden schon im Anfangsstadium der Blepharoplastteilung neu gebildet und zwar wird, nachdem an jedem Teilungspol des Blepharoplasten eine der alten Geißeln sitzt, zuerst das Basalkorn geteilt und die neue Geißel dazu gebildet. Ein Dickenunterschied zwischen alten und neuen Geißeln war nicht festzustellen;



Textfig. C. Schematische Darstellung der Blepharoplastteilung bei: 1. *Prowazekia*, 2. *Herpetomonas*, 3. *Trypanoplasma*, in der Metaphase. 1 und 3 Original, 2 nach WENYON.

Bl = Blepharoplast, Ka = Caryosom,
Bk = Basalkorn, G = Geißel.

ja dieser Entstehungsmodus durchaus möglich, doch muß man ihn aus folgendem Grunde als ausgeschlossen betrachten. Nachdem bei der überwiegenden Mehrzahl der Flagellaten die Entstehung der neuen Geißel durch Auswachsen aus dem Basalkorn beobachtet wurde, ist nicht anzunehmen, daß bei homologen Gebilden daneben ein zweiter so fundamental verschiedener Neubildungsprozeß vorkommt, der mit der Centrodemosennatur der Geißel gar nicht zu vereinbaren wäre. Vielmehr sind die „Längsspaltungsstadien“ der Geißel auf Anlagerung der Tochtergeißel an die alten zurückzuführen; Verklebungserscheinungen sind ja bei Geißeln nicht so selten anzutreffen.

Soviel über Geißel- und Blepharoplastteilung. Über Teilung von Crista und Myonemen weiß ich nichts zu berichten.

Zellteilung. Das gegenseitige zeitliche Verhältnis von Kern- und Plasmateilung ist folgendes. In der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle teilt sich zuerst der Blepharoplast; nach dessen Teilung kugelt sich der Körper ab. Das Plasma behält während des ganzen

auch nicht, wie GELEI bei *Tr. dendrocoeli* angibt, eine knopfartige Verdickung des freien Endes der Tochtergeißeln, die als Bestätigung der Auffassung der Geißeln als Centrodemosen von Bedeutung wäre. Eine Längsspaltung der Geißeln findet sicher nicht statt! Sie wird bei *Tr. congeri* von MARTIN angegeben, ferner von DOFLEIN, KÜHN und SCHUCKMANN bei Trypanosomen beschrieben. Es wäre

Verlaufes der Teilung sein gewöhnliches Aussehen. Erst nach der Blepharoplastteilung beginnt die Kernteilung, doch kann sie wie oben erwähnt, in seltenen Fällen vorher erfolgen. (Ich kann mich also den Angaben JOLLOS' und FRIEDRICH's, daß die Teilung des Blepharoplasten bald vor bald nach der Kernteilung erfolge, anschließen.) Nach vollendeter Kernteilung erfolgt die Plasmateilung der Länge nach, die in drei bis zehn Minuten beendet sein kann. Sie verläuft in der bei den meisten Flagellaten gebräuchlichen Weise (Fig. 62).

5. Gamogonie und metagame Entwicklung.

Nachdem wir die vegative Fortpflanzung von *Trypanoplasma helicis* dargestellt haben, sei zur Darstellung der sexuellen geschritten. Da diese Befunde nicht am lebenden Material gemacht wurden, bin ich mir wohl bewußt, daß sie einer endgültigen Beweiskraft in den Augen mancher entbehren. Vor allem wird bei Betrachtung einzelner Stadien der Verdacht rege, daß es sich um pathologische Erscheinungen handle, doch glaube ich durch Aneinanderreihen zahlreicher Übergangsstadien und durch Auffindung zweifelloser Reduktionssteilungen diesen Verdacht, der ja auch bei eingehendem Studium dieser Stadien schwindet, widerlegen zu können. Die wirklichen pathologischen Erscheinungen, wie sie im Winter auftreten, weichen von den im folgenden beschriebenen Stadien derartig ab, daß diese Auffassung wohl unzulässig sein dürfte. Soviel im Vorhinein.

Es erübrigt vor der eigentlichen Darstellung die bisherigen Berichte über sexuelle Phänomene bei Trypanoplasmen kurz zu berühren. Eigentlich ist in dieser Hinsicht nur die Arbeit KEYSSELTZ' erwähnenswert, da wohl die knappen Bemerkungen LÉGER's und anderer Autoren zu vage sind, um einer weiteren Erörterung zu bedürfen.

KEYSSELTZ unterscheidet im Blute der Fische (also der Zwischenwirte) folgende Entwicklungsstadien. Erstens kleine ($10\ \mu$) lebhaft bewegliche helle Formen: Jugendstadien; sie erscheinen am frühesten bei Rezidiven. Aus diesen Formen gehen größere, hauptsächlich längere Formen hervor, die die Hauptmasse der Parasiten ausmachen. Das Plasma ist längs der Ventralseite verdichtet, und enthält basophile Granulationen. Die beiden Kerne sind ebenfalls herangewachsen. Aus diesen Formen gehen die Gameten hervor, als welche KEYSSELTZ die größten, schwerfälligsten Formen auffaßt ($24-40\ \mu$). Sie besitzen sehr dichtes Plasma, Granulationen finden sich häufiger. Der Kern wird bläschenförmig. An diesen Gameten glaubte KEYSSELTZ

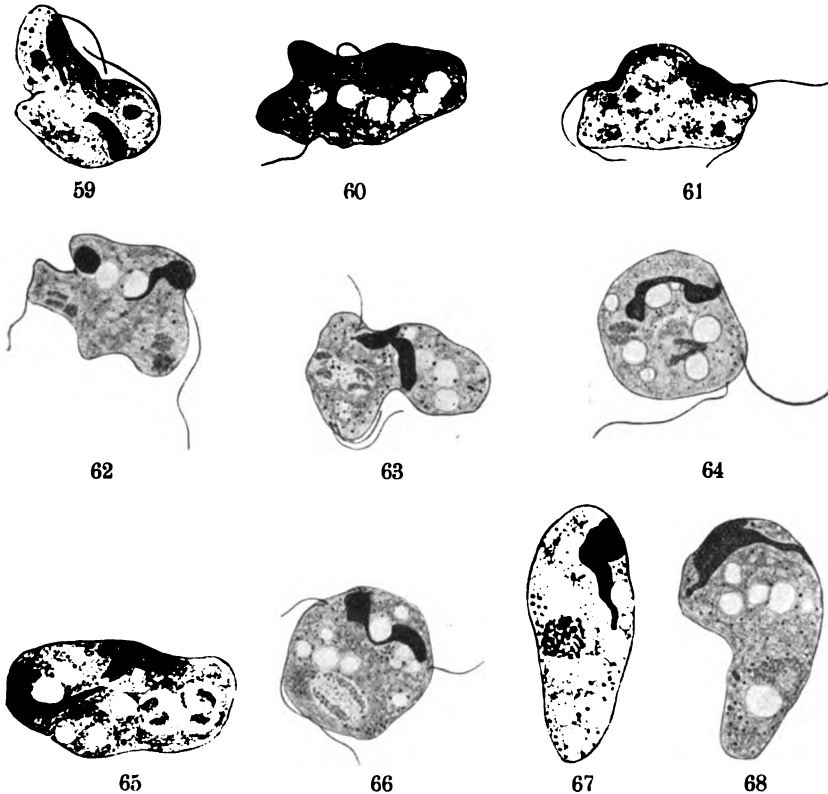
schwache sexuelle Differenzen feststellen zu können und faßte die Formen mit größerem Blepharoplast und kleinerem Hauptkern als männliche, die mit kleinem Blepharoplast und großem Hauptkern als weiblich auf. Diese Differenzen sind aber sehr gering, wie KEYSSELITZ betont. Alle bis jetzt beschriebenen Stadien sind Parasiten des Fischblutes. Kommen die Gameten beim Saugakte des Egels in den Magen des letzteren, aus einem alkalischen in ein saueres Medium, so schreiten sie zur Kopulation. Eine vorhergehende Reduktion kam nicht zur Beobachtung. Die Gameten verschmelzen an verschiedenen Körperstellen miteinander. Die Copula rundet sich ab und bewegt sich langsam weiter; die Geißeln gehen zugrunde. Der männliche Blepharoplast streckt einen Fortsatz zum weiblichen aus, „es bildet sich von Blepharoplast eine Brücke aus, auf dem die färbbare Substanz des männlichen Anteiles nach dem weiblichen Geißelkern geschafft wird“. Sodann „kommt es zu einer innigen Mischung des Materials . . . die Konturen des Blepharoplasten glätten sich“. In den Kernen ist das Chromatin sehr dicht angeordnet. Jeder teilt sich einmal, je ein Teilstück geht zugrunde; die übrigbleibenden Teilstücke bilden je zwei lockere chromatische Platten, wandern aufeinander zu und die Platten der zwei Kerne verschmelzen zu zweit miteinander. Es resultiert eine breite Befruchtungsspindel, die sich dann in einen gewöhnlichen Kern umwandelt. Jetzt bilden sich Geißeln aus und es resultiert ein typisches *Trypanoplasma*.

Diese Schilderung, noch mehr aber die hier wiedergegebenen Figuren KEYSSELITZ' (Textfig. D) machen es sehr wahrscheinlich, daß es sich hier nicht um Copulation, sondern um Teilung, eventuell mit degenerativen Erscheinungen handle (auch von DOFLEIN, HARTMANN und JOLLOS angegeben). Nur bei Fig. 67 und 68 (von KEYSSELITZ) liegen zweifellos Copulae vor.

Die Folgeerscheinung der Copulation ist eine vermehrte Teilungsfrequenz. Darauf sollen sich drei Formenreihen, männliche, weibliche und indifferente ausbilden, die durch abermalige Copulation für die Verbreitung der Infektion des Egels Sorge tragen. Darauf bilden sich zahlreiche z. T. sehr interessante Formen aus, die uns hier nicht näher interessieren und welche, da sie mit dem Wirtwechsel der bei unserer Form nicht vorkommt, in Zusammenhang stehen, sich auch hier nicht vorfinden. Zahlreiche Degenerationserscheinungen treten ebenfalls auf. Ferner werden autocopulative Vorgänge am Kern und Blepharoplast beschrieben; besonders letztere sehen sehr pathologisch aus.

Damit wäre in der Hauptsache der Entwicklungskreis von

Tr. borreli, wie er sich aus der Darstellung KEYSSELITZ' ergibt, geschlossen. Von sonstigen gelegentlichen Bemerkungen über Sexualität der Trypanoplasmen wäre hervorzuheben: die Angabe GELER's, der eine Form mit zwei Kernen und großem Caryosomen und vier Blepharoplasten erwähnt, „die durch Annahme der Conjugation (!) der Tiere zu erklären wäre“ (GELEI). Ferner bei unserem Objekt



Textfig. D. Copulation von *Trypanoplasma borreli* (nach KEYSSELITZ).

Fig. 59—68. Copulation der Gameten.

Fig. 59. Eintritt der Copulation. — Fig. 60—62. Ausbildung der Reduktionskörper der centralen Kerne. — Fig. 63—65. Umwandlungen der centralen Kerne vor der Vereinigung. — Fig. 66. Copula mit Befruchtungsspindel. — Fig. 67 u. 68. Copula nach Vereinigung des centralen Kernes.

die Bemerkung FRIEDRICH's, der Bilder erhält, „die das Vorkommen einer Copulation mit gleichzeitiger Reduktion wahrscheinlich machen“. Ähnliche Andeutungen finden sich bei JOLLOS, der auch (nach brieflicher Mitteilung) ähnliche Stadien wie ich beobachtet.

Ich will nun zunächst die Gameten, dann ihre Vereinigung, dann die metagame Entwicklung und als Abschluß die Formen, die sich im Winter vorfinden, besprechen. Die Gamogonie findet, wie ausdrücklich hervorzuheben ist, nur im Sommer statt.

Als Gameten sind meiner Auffassung nach die größten Formen mit dichtem Plasma anzusprechen (Fig. 63, 43, 67, 171 u. a.). Ihre Größe beträgt 19 bis 20 μ . Meist plumpe Formen, zeigen sie auch eine verminderte Beweglichkeit. Ihr Plasma ist von dichter Struktur, wie gewöhnlich vacuolisiert, mit Giemsa kräftig blau, mit Eisen-hämatoxylin dunkelgrau färbbar. Auf späteren Stadien sind auch chromatische Granula anzutreffen. Kern und Blepharoplast erleiden nur geringe Veränderungen, insofern als beide entsprechend dem Zellwachstum größer werden. Letzterer zeigt meist Gerüststruktur, ersterer läßt das Caryosom meist wohl umrissen hervortreten. Von einer sexuellen Differenzierung ist fast nichts wahrzunehmen. Weder im Hauptkern noch im Cytoplasma läßt sich eine bemerkenswerte Scheidung der Gameten in zwei Typen feststellen. Bloß im Blepharoplasten finden sich Differenzen. Es gibt langgestreckte dünne (Fig. 66) und kürzere dicke Blepharoplasten (Fig. 67), die einander in der Struktur völlig gleichen. Da sich diese Blepharoplasten in den Copulis gesetzmäßig wiederfinden, so wäre darin der Anfang einer sexuellen Differenzierung zu erblicken. Natürlich finden sich alle Übergänge von den vegetativen Stadien bis zu den Gameten.

Zweierlei Prozesse finden vor der Copulation statt: erstens der Austritt von Kernsubstanz ins Plasma, zweitens die Reifeteilungen. Der Austritt chromatischer Substanzen scheint hauptsächlich am Kern vonstatten zu gehen. Man sieht Klümpchen und Körner siderophiler Substanz des Außenkernes durch die Kernmembran ins Plasma austreten (Fig. 67). Das Caryosom ist bei diesen Stadien ziemlich klein und kompakt. Diese ausgetretenen Granula scheinen z. T. zu persistieren (Fig. 70, 73), z. T. aber sich in submikroskopische Granula aufzulösen und so zur Dunkelfärbung des Cytoplasmas beizutragen.

Die Reduktionsteilungen spielen sich sowohl am Kern wie am Blepharoplasten ab. Die Art und Weise der Teilung des letzteren konnte nicht genau erschlossen werden; es scheint als ob amitotische Querteilung vorliegen würde (Fig. 67). Diese Stadien wurden nur äußerst selten angetroffen. Es resultieren zwei Reduktionskörper (Fig. 65), die wie es gewöhnlich der Fall ist, dichte Struktur annehmen und sich dann auflösen. Nur der zweite Reduktionskörper persistiert noch längere Zeit, scheint sich auch gelegentlich zu fragmentieren. Eine Reduktion von Basalkörnern, wie von PROWAZEK

bei *Herpetomonas* beschrieben, findet hier nicht statt, dürfte auch dort auf Täuschung beruhen. Der Kern teilt sich in völlig normaler Weise, nur ist öfters Heteropolie zu beobachten (Fig. 43, 63). Auch hier sind zwei Reduktionsteilungen, die einander dicht folgen, zu konstatieren (Fig. 64). Die Reduktionskerne gehen sehr rasch zugrunde, ihr Caryosom löst sich auf und verteilt sich im Kernhohlraum, der ganze Reduktionskern wird immer kleiner und damit pyknotisch bis er schließlich zu einem schwarzen Klumpen wird, der später fragmentiert wird. Der zweite Reduktionskern persistiert auch hier ziemlich lange (Fig. 66, 67, 92, 91). Aufmerksam sei auf die Tatsache gemacht, daß die Reduktion nicht, wie bei *Tr. borreli*, erst nach der Copulation, sondern, wie bei Trypanosomen, vorher stattfindet.

Copulation. Die Gameten verschmelzen immer mit ihren Vorderenden und zwar äußerst rasch (Fig. 68, 69, 93). Bald ist nur eine einheitlicher Plasmakörper vorhanden, der stark verminderte Beweglichkeit zeigt. Der Geißelapparat des einen Gameten scheint zugrunde zu gehen (vielleicht schon vor der Copulation?), der des anderen jedoch erhalten zu bleiben, eine Erscheinung, die auch bei anderen Flagellaten z. B. bei *Copromonas major* u. a. vorkommt. Die beiden Blepharoplasten copulieren, indem sie sich der Länge nach aneinander legen und sodann verschmelzen (Fig. 72, 74, 71); die Durchmischung ihres Inhaltes erfolgt jedoch nicht sogleich und man kann noch längere Zeit die beiden Bestandteile des Syncaryons aneinanderhalten (Fig. 71).

Die Hauptkerne nähern sich einander langsam und legen sich schließlich aneinander an, wobei sie sich gegenseitig etwas abplatten (Fig. 72). Sie zeigen meist nur wenig Außenchromatin als Belag an der Kernmembran, dagegen ein mittelgroßes Caryosom von runder Gestalt und sehr kompaktem Bau, welches jedoch auch ganz exzentrisch liegen kann. Sodann erfolgt die Karyogamie in der gewöhnlichen Weise, die Kernmembran löst sich an den einander zugewandten Seiten auf, und es resultiert ein Syncaryon (Fig. 73). Jetzt verschmelzen die Caryosome miteinander, womit der Befruchtungsvorgang abgeschlossen erscheint (Fig. 74, 172, 75). Das übriggebliebene Geißelpaar verschwindet jetzt auch (Fig. 75).

Nach der Copulation setzt die Teilung in gewöhnlicher Weise ein, (Fig. 173, 75, 76, 72) die schließlich zu den kleinen Individuen mit dichtem chromidialhaltigem Plasma führen (Fig. 78).

Es erübrigt nunmehr noch, die Formen, die sich im Winter in den Schnecken vorfinden, sowohl des allgemeinen Interesses halber,

welches sie darbieten, als auch wegen der besonderen Bedeutung, die einigen dieser Stadien von FRIEDRICH zu geschrieben wurde, zu behandeln.

Im Winter findet man nur etwa 25% aller Schnecken¹⁾ in genügend reichlichem Maße infiziert; in den anderen fanden sich Trypanoplasmen entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen, so daß eine Anfertigung von Präparaten ausgeschlossen war. Auch in den infizierten Tieren blieb die Individuenzahl hinter der des Sommers weit zurück.

Im großen und ganzen bietet sich dem Beschauer, wenn man von den zahlreichen Degenerationsstadien absieht, ein viel gleichmäßigeres Bild dar als im Sommer. Vor allem fehlen die Größen- und Gestaltunterschiede. Die Tiere sind im Durchschnitt 10μ groß und von mittelschlanker Gestalt. Die Beweglichkeit ist im Receptaculum selbst auf Null reduziert, die Tiere sind meist abgekugelt oder oval und bewegen sich anscheinend gar nicht. Doch kann man durch Zufügung von physiologischer Kochsalzlösung stets Schwimmformen erhalten.

Das Plasma ist meist in gewöhnlicher Weise vacuolisiert und zeigt mittelstarke Färbbarkeit. Chromidialbildungen treten öfters auf. Der Kern ist meist etwas größer als der Blepharoplast und in zwei Typen vertreten. Erstens: der oben erwähnte Kern mit bläschenförmigem polyedrischem und mit Giemsa dunkelrot färbbarem Kernsafttraum (Fig. 97, 101). Zweitens: Kerne mit Caryosomen, die fast bis auf das Centriol reduziert erscheinen, so daß die Gesamtreaktion des Caryosoms acidophil ausfällt. Daneben ist reichlich basophiles Außenchromatin in einer sehr feinkörnigen Zone angeordnet. Gelegentlich liegt auch Außenchromatin neben dem Centriol in der Mitte des Kernes (Fig. 98, 99, 100, 102).

Die Blepharoplasten zeigen keine Besonderheiten, außer daß die Körnerstruktur vorherrscht und die Gerüststruktur zurücktritt. Öfters findet man auch hier Verklumpungen des Chromatins; die Endfibrillen fehlen meist. Basalkörner und Geißelapparat sind wie gewöhnlich ausgebildet.

Die zwei Haupttypen, die durch den Bau der Hauptkerne bestimmt sind, halten sich in der Zahl die Wage. Die zweite Haupttype scheint mir die normale Winterdauerform von *Trypanoplasma helcis*

¹⁾ Ich untersuchte im Winter Schnecken aus Wien, aus dem Schwarzwald und aus Reichenberg (letztere verdanke ich der Liebenswürdigkeit meines Kollegen Herrn phil. R. BREUER, wofür ich ihm hier aufs beste danke).

zu sein. Die erste sieht weniger normal aus. Ich möchte nochmals bemerken, daß sich diese Type nur im Winter findet. Auf die Abnormität der ersten Type weist auch der Umstand hin, daß sich dieser Kernbau auch bei den im Winter so zahlreichen Degenerationsstadien findet.

Über letztere will ich nicht viel Worte verlieren, da eine eingehende Darstellung derselben eine eigene Arbeit für sich ausmachen würde. Ich will nur den allgemeinen Verlauf der Degeneration wie folgt skizzieren. Das Plasma verändert sich, indem es bei Giemsa-färbung einen eigenartigen himmelblauen Ton annimmt (Fig. 101, 104). Aus dem Kern treten in wechselnder Menge Chromidien aus (Fig. 101). Auch zeigt der Kern verschiedene Ausstülpungen und Auswüchse (Fig. 104, 105). Im weiteren Verlaufe der Degeneration löst sich zunächst das Plasma auf, die Kerne bleiben noch längere Zeit erhalten und flottieren in der Flüssigkeit herum. Sodann gehen auch sie unter verschiedenen Erscheinungen zugrunde. Teilungsstadien waren nie anzutreffen.

Es zeigt sich also, daß mit dem Winter eine Periode der herabgedrückten Lebenstätigkeit, wahrscheinlich durch Kälte und Nahrungsmangel (?) hervorgerufen, eintritt. Nur wenige der Dauerstadien überstehen diese Periode und bilden die Anfänge der nächsten Sommergenerationen.

Damit wäre der Entwicklungskreis unserer Form geschlossen.

Auf eine Zusammenfassung meiner Resultate glaube ich verzichten zu können.

IV. Über Kernbau und Kernteilung

von *Chilomonas paramaecium* EHRENBURG

nebst einigen Bemerkungen über den Bau dieser Form.

1. Einleitung.

Obwohl *Chilomonas paramaecium*¹⁾ zu den häufigsten Flagellaten der mesosaprobien Fauna unserer Süßwässer zählt, wurde doch der Kernteilungsprozeß verhältnismäßig spät bekannt. HARTMANN, PROWAZEK und AWERINZEW fanden vereinzelte amitotische Teilungs-

¹⁾ Die Abgrenzung von *Chilomonas oblonga* PASCHER von *Ch. paramaecium* dürfte sich nicht aufrechterhalten lassen, da sich in den Kulturen alle Übergänge zwischen den beiden Formen finden.

figuren; sonst nichts. Erst 1910 beschrieb DANGEARD die dieser Art eigene eigentümlich modifizierte Caryokinese. Seine Beobachtungen wurden 1912 von NÄGLER und ALEXEIEFF, die gleichzeitig und unabhängig voneinander zu ungefähr gleichen Resultaten gelangten, vervollständigt.

Wenn hier nochmals die Kernteilung geschildert wird, so glaube ich aus folgenden Gründen dazu berechtigt zu sein: Erstens konnte ich das Vorkommen der von HARTMANN, PROWAZEK und AWERINZEW angegebenen Amitose, die die zweite Autorengruppe nicht auffand, als regelmäßigen, wenn auch selten vorkommenden Teilungsmodus nachweisen. Zweitens aber kam ich im Laufe meiner Untersuchung zu Resultaten, die wie ich glaube, die Auffassung der Kernteilung und ihrer Komponenten, gegenüber der der früheren Untersucher nicht unwesentlich zu verändern gestatten.

2. Material und Methoden.

Das Untersuchungsmaterial wurde aus Tümpelwasser gezüchtet. Zuerst trat *Anthophysa vegetans* in großer Menge auf, um bald den sich rapid vermehrenden Chilomonaden zu weichen. Sodann ließ sich die Kultur leicht bis zu 8 Wochen erhalten, wenn nur für rechtzeitigen Zusatz frischen Leitungswassers gesorgt wurde. Auch wurde Züchtung auf Amöbenagar versucht. Fixiert wurde mit Sublimatalkohol, Sublimatessig, FLEMING's Gemisch, gefärbt mit Eisenhämatoxylin, Hämalaun-Orange, Methylgrün-Fuchsin, Biondi, Giemsa und Safranin-Lichtgrün.

Hier sei es mir gestattet, einiges über Färbungen einzufügen. Von den modernen Protozoenforschern wird hauptsächlich Eisenhämatoxylin angewandt, daneben Giemsa-Romanowsky und Hämatein-Tonerdegemische. Auf die Mängel und Vorzüge der ersten dieser Methoden hinzuweisen halte ich für überflüssig, da dies von anderen bereits in hinreichender Weise geschehen ist. Besonders sind in dieser Hinsicht die Ausführungen KÜHN's, v. SCHUCKMANN's und v. WASIELEWSKI's bemerkenswert, die zwar die Nachteile der Eisenhämatoxylinmethode hervorheben, andererseits aber die Giemsafärbung als eine Methode hinstellen, die in völlig ausreichender Weise zu einem abschließenden Urteil über die Verteilung von Chromatin und Achromatin resp. Platin berechtigt.

Vor der Eisenmethode hat die Giemsamethode das voraus, daß sie zum großen Teil wahrscheinlich auf chemischer Basis steht. Doch erscheint es mir nicht rätlich, aus einer Methode, die so leicht

zur Metachromasie neigt, wie die vorliegende, weittragende Schlüsse zu ziehen. Man braucht bloß die bei *Trypanoplasma heliciis* angeführte Tabelle zu betrachten, um die Richtigkeit dieser Ansicht einzusehen.

Meiner Ansicht nach werden die Anilin-doppel-und-dreifachfärbungen, die heterogenen Farbgemische (FISCHER), die in der Meta-zoencytologie so vorzügliche Dienste geleistet, bei Protozoen zu wenig angewendet. Allerdings hat HARTMANN in letzter Zeit auf den Wert der Safranin-Lichtgrünfärbung hingewiesen, ferner KASANZEFF bei *Loxodes* Methylgrün-Fuchsin in ausgedehntem Maße angewandt und auch KÜHN und SCHUCKMANN haben letztere Methode benützt, waren jedoch zu keinem befriedigenden Resultate gekommen.

Mir haben diese beiden Methoden bei Protozoen stets treffliche Dienste geleistet. Sie gestatten, bei gelungener Färbung, die Veränderungen der baso- und acidophilen Substanzen im Verlaufe der Entwicklung der Zelle weit besser als bei Eisen-, Alaunhämatoxylin- und Karminfärbung zu verfolgen. Und gerade hier, bei *Chilomonas*, wird sich mir die Gelegenheit darbieten, zu zeigen, in welcher Weise man bei Anwendung der alten Methoden Anordnung und Verhalten von Chromatin und Achromatin mißdeutet hat.

3. Schlundtapete, Trichocysten, Geißelinsertion, Kernbau und Kernteilung.

Vor der Darstellung des Kernes und seiner Teilung sei es mir gestattet, noch auf einige interessante, z. T. noch strittige Details der Organisation unseres Objektes einzugehen.

Als erstes mögen die sog. Schlundtapetenkörner behandelt werden, die schon frühzeitig aufgefunden wurden.

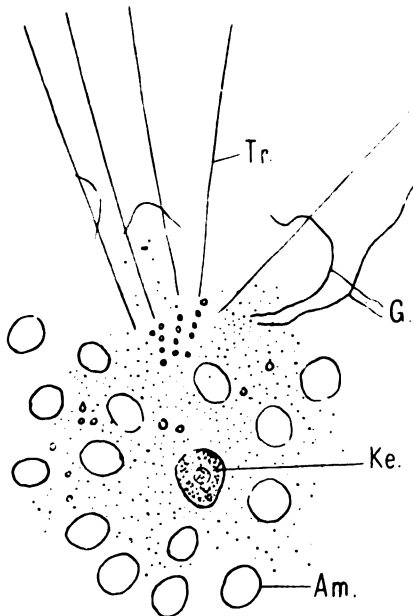
Sie kleiden, in 8 Longitudinalreihen angeordnet, das Innere des Schlundes aus. In jeder Reihe stehen gleich hoch (so daß der Schlund wie karriert aussieht) ungefähr 10–16 Körner. Im Leben zeichnen sie sich durch etwas stärkere Lichtbrechung vor dem Plasma aus. Neutralrot färbt sie intravital rotgelb. Bei Hämäteintonerdetinktion treten sie nicht sonderlich hervor, während sie mit Eisenhämtoxylin oft elektiv gefärbt werden (Fig. 107, 108, 175). Sonst zeigen sie meist acidophile Reaktion (ausgenommen bei Safranin-Lichtgrünfärbung, wo manchmal Basophilie nachweisbar ist [Fig. 155]).

Als stützende Gebilde möchte ich die Schlundtapetenkörner nicht auffassen (wie es NÄGLER tut), wohl aber die Fibrillen, auf denen sie offenbar aufgereiht sind, die zwar nicht klar nachweisbar sind, deren Vorhandensein aber aus der regelmäßigen Anordnung der Tapeten-

körner erschlossen werden darf und die auch tatsächlich andeutungsweise in Eisenhämatoxylinpräparaten gelegentlich beobachtet werden konnten. Abgesehen davon spricht gegen die Auffassung der Tapetenkörner als Stützgebilde der Umstand, daß überall, wo stützende Funktionen auszuüben sind, dieselben nie von granulären, sondern von fibrillären Strukturen übernommen werden.

Es scheint sich hier vielmehr um mehr oder weniger funktionslos gewordene Rudimente der Schleimtrichocysten der Cryptomonaden zu handeln, wie aus den im folgenden mitgeteilten Beobachtungen hervorgehen dürfte.

Die Angabe KUNSTLER's und ULEHLA's daß bei Zerquetschung des Tieres aus dem Schlunde Fäden hervortreten, die früher nicht



Textfig. E. *Chilomonas paramecium* zerquetscht, mit ausgeschnellten Schleimtrichocysten. Vergr. 2000.

Tr = Trichocysten, G = Geißel, Ke = Kern, Am = Amylon.

vorhanden gewesen, kann ich bestätigen; eine Erscheinung, die jedoch nur selten zur Beobachtung kam (Textfig. E). Zu beachten bleibt auch die tinktorielle Übereinstimmung der Tapetenkörner mit den Schleimtrichocysten mancher gefärbter Flagellaten (SCHERFFEL).

NÄGLER gibt einen genetischen Zusammenhang zwischen Schlundtapete und Außenkernsubstanz an. Eine solche Beziehung ist in der Tat nicht unwahrscheinlich. Eine völlige Übereinstimmung in der Färbbarkeit zwischen Außenkerngranulis und Tapetenkörnern, wie sie von NÄGLER angegeben wird, besteht allerdings nicht; außer bei invertierter Giemsa-färbung, wo die Schlundtapete denselben von dem des Cytoplasmas etwas abweichenden

Farbenton zeigt, wie der Außenkern (Fig. 159). Der Außenkern färbt sich nie mit Eisenhämatoxylin schwarz, wie die Tapetenkörner. Ferner zeigen letztere bei geeigneter Differenzierung Bläschenstruktur, ein helleres Innere und eine dunkle Rinde (Fig. 108, 146, 175); eine Eigenschaft, die den Außenkerngranulis ebenfalls fehlt, jedoch für

die Natur jener als umgewandelte Kernderivate spricht. (Siehe die Ausführungen PROWAZEK's über die Kavulierung der Primärchromiolen). Dieselbe Struktur besitzen nach SCHERFFEL und mündlichen Angaben Prof. Dr. SCHILLER's die Schleimtrichocysten und Schlundtapetenkörner der Cryptomonaden und anderer gefärbter Flagellaten.

Anschließend daran seien die oberflächlichen „Trichocysten“ unseres Flagellaten behandelt. BÜTSCHLI war der erste, der sie beobachtete; nach ihm wurden sie von verschiedenen, zuletzt von ALEXEIEFF beschrieben; DANGEARD und NÄGLER tun ihrer keine Erwähnung.

Es sind dies mehr oder weniger starre, feine Fäden von 10 bis 30 μ Länge, die die ganze Körperoberfläche, normal zu ihr gestellt, bedecken. Sie wurden meist nur nach Behandlung der Tiere mit Essigsäure oder Essigsäuregemischen nachgewiesen.

Ich habe lebende, sowie mit Essig- und anderen Säuren fixierte Tiere daraufhin untersucht, konnte aber weder im gewöhnlichen Mikroskop noch bei Dunkelfeldbeleuchtung etwas derartiges feststellen. Nur nach Fixierung mit Osmiumsäure und darauffolgender Färbung nach dem LÖFFLER'schen Geißelfärbverfahren konnte ich diese Gebilde beobachten und zwar bei jedem Tier. Sie färben sich nicht intensiv, sind aber zur Genüge sichtbar (Fig. 174). Jedes Tier erscheint von einem Gewirr feiner, biegsamer Fäden umgeben.

Diese Fäden erfuhren eine höchst mannigfaltige Deutung. BÜTSCHLI sah in ihnen Trichocysten, die den entsprechenden Gebilden der Ciliaten homolog seien; KUNSTLER morbide Pseudopodien; LANESSAN Cilien, die durch Gallertzwischenlagerung unsichtbar gemacht seien. Meiner Ansicht nach hat die erste Deutung noch am meisten für sich.

Denn diese Gebilde finden sich zweifellos nur an toten Tieren, da sie für die Bewegung im Leben ein derartiges Hemmnis darstellen würden, dessen Vorhandensein der Beobachtung nicht entgehen dürfte. Es sind also im Körper Strukturen zu erwarten, die diesen Fäden ihren Ursprung geben. Und tatsächlich finden sich in Eisenhämatoxylinpräparaten bei gewissen Differenzierungsgraden dicht unter der Pellicula siderophile Körner in nicht zu großer Zahl, die eventuell als nicht explodierte Trichocysten aufgefaßt werden könnten (Fig. 108). Von einer Homologie mit den Ciliatentrichocysten kann natürlich keine Rede sein.

Die ganze Frage, speziell die des Zweckes dieser Gebilde bedarf jedenfalls noch eingehender Untersuchung.

Als drittes sei die Art der Geißelinsertion erörtert, die in ver-

schiedener Weise dargestellt wurde. PROWAZEK, wohl der Erste, der sich damit beschäftigte, gab folgendes an: Im Schlunde, dort wo die Tapete anfängt, findet sich ein Diplosom, von dem nach außen die Geißeln, nach innen eine Fibrille entspringt, die längs des Schlundes zum Kern, an ihm vorbei bis ins Hinterende des Körpers zieht, um dort mit einem Korn zu endigen; in der Höhe des Schlundes schien der Rhizoplast von einer siderophilen Scheide umhüllt zu sein. AWERINZEW konnte diese Darstellung nicht bestätigen; nach seiner Angabe geht der Rhizoplast nur bis zur Höhe des Kernes, um an dessen Oberfläche ohne Basalkorn zu endigen. Ebenso ALEXEIEFF, der zwei Rhizoplasten angibt. Ähnlich HARTMANN und NÄGLER, die jedoch das Vorhandensein des Endbasalkornes z. T. bestätigen.

Ich kann PROWAZEK's Angaben völlig bestätigen. Die Körner des Diplosoms sind meist nicht neben- sondern hintereinander angeordnet, die Rhizoplasten sind einander so genähert, daß sie als einheitliche Fibrille imponieren (Fig. 107, 109). Sie können nun bis in Kernhöhe, oder auch bis ins Hinterende des Körpers reichen und mit einem Korn endigen (Fig. 108, 176). Beide Modifikationen kommen vor. Von einer Abzweigung eines Astes der ins Hinterende ziehenden Fibrille zum Kern, die PROWAZEK in seiner Antwort an AWERINZEW erwähnt, konnte ich allerdings auch nichts wahrnehmen. Bei der Teilung des Geißelapparates teilt sich zuerst das Diplosom und bildet sogleich zwei neue Geißeln und Rhizoplasten aus (Fig. 130, 133, 122).

Anhangsweise sei das Vorkommen eines einzelligen Parasiten bei *Chilomonas* erwähnt, über dessen systematische Zugehörigkeit nach den vorliegenden Stadien nichts genaueres ausgesagt werden kann (Fig. 116—119).

Kern. Betreffs des Kernbaues von *Chilomonas paramaecium* herrscht unter den Autoren mit Ausnahme AWERINZEW's Übereinstimmung. Der Kern besitzt Kugelgestalt, die aber meist durch den Druck der Amylonkörner in unregelmäßig sternförmige verwandelt wird (Fig. 110, 107), was ja mit anderm zu dem Irrtum AWERINZEW's Anlaß gegeben hat. Sein Durchmesser beträgt bei dem von mir untersuchten Stamm im fixierten Zustande ca. 3 μ . Eine Kernmembran ist vorhanden, jedoch nicht immer deutlich nachzuweisen (Fig. 108, 113, 159). Im Kerninhalt ist zwischen Außenkern und Caryosom zu unterscheiden.

Ersterer erscheint in Form von Körnern, die den Kernsaft Raum dicht erfüllen und über deren Eigenschaften folgendes zu sagen

wäre. Fast alle Autoren geben an, sie seien basophil und sprechen sie daher als Chromatin an. Dies trifft nicht zu. Die Außenkerngranula färben sich mit Methyl-Grün-Fuchsin rot, mit Safranin-Lichtgrün grün, mit Giemsa (invertiert) rotviolett (Fig. 147, 155, 159). Letztere Reaktion zeigt auch, daß die Substanz des Außenkernes von der des Cytoplasmas verschieden ist, da sich letzteres rot färbt. Der Außenkern von *Chilomonas paramaecium* ist also nicht basophil, sondern acidophil; daraus aber einen Schluß auf seine substantielle Zusammensetzung zu ziehen, bin ich nicht in der Lage.

Als letzter Bestandteil ist das Caryosom zu nennen. Es besteht aus Chromatin und Plastin, ev. auch aus Linin. Das Chromatin scheint die übrigen Bestandteile des Caryosoms zu maskieren, so daß letzteres fast stets basophile Reaktion zeigt, also bei Methylgrün-Fuchsinfärbung blau, bei Safranin-Lichtgrünfärbung rot, bei invertierter Giemsa-Färbung blaviolett wird (Fig. 147, 155, 159). Bei Färbung mit Fuchsin S-Orange G nimmt das Caryosom rote, der Außenkern gelbe Farbe an (Fig. 153).

Das Caryosom ist auch in den sorgfältigst hergestellten Präparaten etwas geschrumpft, so daß es von einem hellen Hof umgeben erscheint. Im normalen Zustand zeigt es außer dem Centriol keinerlei Struktur. Die Angabe NÄGLER's und ALEXEIEFF's, daß bei weitgehender Differenzierung Körnerstruktur nachweisbar sei, konnte ich nicht bestätigen. Das ruhende Caryosom ist völlig homogen und kugelförmig und gleicht dem einer Limaxamöbe ungemein.

Das Vorkommen eines Centriols, das von HARTMANN und CHAGAS, PROWAZEK und NÄGLER nicht immer völlig überzeugend nachgewiesen wurde, kann als völlig gesichert gelten. Es tritt oft in Einzahl, sehr oft aber in Zweizahl, als Diplosom auf (Fig. 110, 111, 112). Es ist mit Eisenhämatoxylin oft elektiv, aber auch mit andern Methoden nachweisbar (Fig. 110, 155, 177). Das Centriol liegt meist innerhalb einer kleinen Vacuole im Caryosom, ein Verhalten, das sich bei vielen Protozoen findet (*Euglena*, *Astasia*, *Amoeba* usw.) (Fig. 110) und auch manchen Metazoencentrosomen eigen ist.

Wie später gezeigt werden soll, spielt es bei *Chilomonas* nurmehr eine untergeordnete Rolle.

Anschließend sei die Entosomfrage bei *Chilomonas* besprochen. NÄGLER, PROWAZEK und ALEXEIEFF geben das Vorkommen eines Entosoms im Außenkern an. Ich konnte dieses nur selten antreffen und glaube, daß es sich bloß um ein stärker färbbares Korn, das

vielleicht vom Caryosom gerade abgestoßen wurde, handelt, da beim Teilungsvorgang keinerlei Entosom in Aktion tritt (Fig. 113).

Über cyklische Umsätze zwischen Caryosom und Außenkern kann ich nur soviel angeben, daß eine gewisse Gesetzmäßigkeit in den gegenseitigen Massenverhältnissen von Außenkern und Caryosom in dem Sinne besteht, als bei kleinem, fast punktförmigem Caryosom mehr Außenchromatin vorhanden ist als bei großem (Fig. 114, 115).

Einen direkten Austritt von Substanz aus dem Caryosom konnte ich nicht mit völliger Sicherheit nachweisen.

Kernteilung. Der Kern von *Chilomonas* vermehrt sich auf zweierlei Weise: entweder auf caryokinetischem oder auf amitotischem Wege. Erstere Teilungsart soll, weil am häufigsten vorkommend, zuerst besprochen werden.

Als Tageszeit, in der die meisten Teilungen ablaufen, kann ich übereinstimmend mit NÄGLER die Zeit von 4 Uhr nachmittags bis in die Nachtstunden hinein angeben. Die Dauer des Kernteilungsprozesses versuchte ich an ausgehungerten Tieren, denen die für die Beobachtung so störenden Amylonkörner fehlen, zu bestimmen, kam jedoch zu keinem Resultate.

Von der Schilderung der Kernteilung will ich im Auszuge die bisher erzielten Resultate darstellen. Sowohl DANGEARD, wie auch NÄGLER und ALEXEIEFF stimmen in dem Punkte, in dem ich von ihnen abweiche, überein. Die Differenzen der einzelnen Darstellungen untereinander sollen an Ort und Stelle Erwähnung finden.

Nach der Darstellung obiger Autoren vergrößert sich vor der Kernteilung das Caryosom und löst sich in zahlreiche chromatische Granula auf, die sich mit den (nach dieser Darstellung ebenfalls chromatischen) Außenkerngranulis vermischen. Der auf diese Weise mit Chromiolen (NÄGLER) erfüllte Kern streckt sich parallel der Längsachse des Flagellaten in die Länge und wandelt sich in eine sehr breite und niedrige Spindel um, in deren Mitte sich die Chromiolen zu einer Äquatorialplatte zusammenschließen. Diese wird zweigeteilt, die Teilhälften rücken auseinander, kontrahieren sich und liefern zwei Tochtercaryosome sowie (auf welche Weise wird nicht gesagt) Außenchromatin. Damit ist die Kernteilung beendet. Soweit die Angaben DANGEARD's, NÄGLER's und ALEXEIEFF's. Bevor ich meine Schilderung folgen lasse, will ich auf das punctum saliens der ganzen Sache hinweisen.

Nach der Auffassung der übrigen Forscher vermischt sich das Caryosommateriale mit dem Außenkern und bildet damit zusammen die mitotische Figur. Oder wie ALEXEIEFF

dies treffend zusammenfaßt, es besteht eine „Equivalence entre la chromatine peripherique et la chromatine caryosomienne“.

Der ganze Kern geht also in Mitose. Nach meiner Auffassung hingegen, die auf Grund der obenerwähnten Farbreaktionen gewonnen wurde, teilt sich die acidophile Außenkernsubstanz unabhängig vom Caryosom, welches allein die mitotische Spindel samt der allein basophilen Äquatorialplatte aus sich hervorgehen läßt.

Vor der Teilung vergrößert sich das Caryosom und läßt manchmal bereits Granulierung erkennen (Fig. 120, 121, 122, 148). Die Kernmembran löst sich auf. Nun streckt sich das Caryosom (wobei es aber noch völlig homogen bleiben kann), bis es in der halben Höhe der austapezierten Strecke des Schlundes angelangt ist (Fig. 123, 124, 129). Der Außenkern wird eine Strecke weit passiv mitbefördert. Das Caryosom besitzt auf diesem Stadium Keulengestalt. Jetzt nimmt es granuläre Struktur an und zwar erscheinen basophile Granula innerhalb einer acidophilen Grundsubstanz (Fig. 124, 125, 150, 156). Das Caryosom wird nun seitlich etwas komprimiert (parallel der Sagittalebene des Körpers), während die Chromatingranula, von oben nach unten vorschreitend sich zur Äquatorialplatte zusammendrängen, die stets ihre Zusammensetzung aus Granulis erkennen läßt, was DANGEARD und ALEXEIEFF angeben, NÄGLER aber leugnet (Fig. 126, 127, 128). Die Grundsubstanz des Caryosoms bildet sich zu kurzen Fasern um, welche die damit fertiggestellte Spindel transversal durchsetzen (Fig. 129, 131, 151); wenn sie daher von NÄGLER als „chromatinhaltiges Plasma, das fädige Differenzierungen erkennen läßt“, bezeichnet wird, so kann man dem nicht beipflichten. Die Spindel ist ausgebildet und es zeigt der Kern z. B. bei Methylgrün-Fuchsinintinktion folgendes färberisches Verhalten: Außenkern rot, Spindel rot, Äquatorialplatte blaugrün (Fig. 151). Auch jetzt zeigt die Spindel eine leichte Schrumpfung, ist von einem hellen Hof umgeben und tut damit ihre Caryosomnatur kund. Eine Erscheinung, die NÄGLER und DANGEARD weder abbilden noch beschreiben, ALEXEIEFF wohl abbildet, ohne aber daraus eine Folgerung zu ziehen.

Die Bilder, die eine keulenförmige, von Chromatingranulis erfüllte Bildung, neben der kein Außenkern sichtbar ist, zeigen und die von DANGEARD usw. als Kerne mit aufgelöstem und im Kernhohlraum verteiltem Caryosom gedeutet wurden, sind nichts anderes, als in der Aufsicht gesehene Äquatorialplatten, wie schon aus der Lage im Körper hervorgeht. Denn: wenn man die Spindel von der

Seite (in der Frontalansicht des Körpers) betrachtet, so liegt ihr gegen das Cytostom gelegenes Ende über oder unter dem Schlunde, nie aber mit ihm in gleicher Höhe. Blickt man aber auf den Pol der Spindel, so weicht dieses Ende seitlich dem Schlunde aus (Fig. 130). Dies zeigt auch Photogramm Fig. 178, wo man den Schlund und den unteren Teil der von der Seite gesehenen Spindel bei ein und derselben Einstellung zugleich sieht, das ovale Ende der Spindel jedoch unter dem Schlunde liegt. Daneben ist freilich kein Außerkern sichtbar, da er an den Seiten der Spindel keinen Platz findet; er ist nur an den Polseiten der Spindel zu suchen, wo er auch regelmäßig angetroffen wird (Fig. 129, 178 u. a.).

Die Anaphase scheint sehr rasch abzulaufen. Es tritt eine Zweiteilung der Äquatorialplatte ein, wobei man mit Recht annehmen kann, daß jedes Chromiol zweigeteilt wird (Fig. 131, 157) und die so gebildeten Tochterplatten rücken auseinander, wobei sich zwischen ihnen die Fasern der Spindel ausdehnen (Fig. 132, 133, 134, 154, 158, 160, 180). An der Polseite der Tochterplatten finden sich keinerlei Spindelbildungen. Die Tochterplatte, die sich zu sehends verkürzt und unten anschwillt, ist an dieser Seite von einer Kappe von Außerkernmaterial bedeckt (Fig. 134, 133, 105, 152). In den Tochterplatten verklumpen die Chromiolen in unregelmäßiger Weise zu 3—4 Klumpen, die sich schließlich zu einem neuen Caryosom zusammenfügen (Fig. 136, 137). Zwischen den Chromiolen ist zweifellos auf jedem Stadium der Telophase Caryosomzwischen-substanz vorhanden. Centriolen treten im ganzen Verlauf der Teilung nicht in Aktion.

Damit ist die Kernteilung vollendet. Die Telophase ist im Prinzip die Umkehrung der Prophase, wie DANGEARD richtig angibt und NÄGLER leugnet. Über die Einreihung dieses Kernteilungstypus ins System der Kernteilungen, will ich nicht viel Worte verlieren. Er scheint ziemlich vereinzelt dazustehen; bei *Actinosphaerium*, *Plasmodium*, *Amoeba fluvialis*, DOBELL u. a. finden sich ähnliche verbreiterte Spindeln. Jedenfalls kann man ihn nicht der dritten Teilungsklasse HARTMANN's einordnen, wie es NÄGLER tut, da das Caryosom allein in Mitose geht und so die idiogenerative Kernkomponente darstellt. Wenn man von den drei Chromatinbegriffen dem färberischen, chemischen und morphogenetischen (KÜHN und WASIELEWSKI) den ersten und dritten hier in Anwendung bringt, so ist man zu dem Urteile berechtigt, daß Chromatin nur im Caryosom vorkommt, da nur die mit basischen Farbstoffen färbbare, aus dem Caryosom stammende Masse eine Äquatorialplatte bildet und

mitotisch geteilt wird. Gegenüber dem allzuschaffen Postulat WASIELEWSKI's, nur das als Chromatin gelten zu lassen, was in chromosomenartige Bildungen übergeht und so geteilt wird, ist zu betonen, daß man über die Bedeutung der einzelnen Kernbestandteile für die Zelle noch zu wenig orientiert ist, um eine derartige scharfe Grenze des (Idio-) Chromatinbegriffes, die meiner Ansicht nach damit zu eng gezogen ist, aufzustellen.

Neben der Caryokinese kommt nun ein zweiter Teilungsmodus vor. Es ist die von HARTMANN und AWERINZEW angegebene Amitose. Dabei wirkt das Centriol mit. Das Centriol teilt sich und stemmt das Caryosom auseinander (Fig. 139 und 150). Dieses teilt sich rasch hantelförmig, wobei die Teilstücke gelegentlich noch durch eine Centrodese in Verbindung stehen können (Fig. 141, 142) und stemmt den Kern auseinander (Fig. 142, 144, 181). Damit ist die Teilung beendet, eine abgekürzte Teilung, wie sie schon bei vielen Protozoen (*Prowazekia*, *Cercobodo*, *Monocercomonas* und Amöben) nachgewiesen wurde. Die Zellteilung, die regelmäßig während der Kernteilung einsetzt und nach derselben vollendet wird, zeigt etwas atypisches Verhalten. Während die der Mitose folgende Zellteilung sich als Längsteilung repräsentiert, die gleichzeitig am Vorder- und Hinterende einschneidet, kommt hier gelegentlich auch Querteilung (Fig. 144), oder aber Längsteilung vor, die nur vom Vorderende einsetzt (Fig. 138, 147). Auch sind die Tochtertiere ungleich groß. Es liegt daher der Schluß nahe, daß man es hier mit dem Beginn degenerativer Vorgänge zu tun hat.

4. Zusammenfassung.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Der Kern von *Chilomonas paramecium* besteht aus einem acidophilen Außenkern, einem amphoterophilen Caryosom, welches ein Centriol enthält und einer Kernmembran.

Er teilt sowohl mitotisch als auch amitotisch, letzteres selten.

Bei der Mitose wandelt sich das Caryosom in eine acidophile Spindel mit basophiler Äquatorialplatte um und bildet allein die idiogenerative Kernkomponente, während der Außenkern unabhängig vom Caryosom passiv mitgeteilt wird.

Bei der Amitose folgt der amitotischen Durchschnürung des Caryosoms eine ebensolche des Kernes.

V. Literaturverzeichnis.

(Die mit einem * versehenen Artikel waren dem Verfasser nicht zugänglich.)

- 1909 ALEXIEFF, A.: Les flagellés parasites de l'intestin des batraciens indigènes. C. R. de la Soc. Biol. Paris T. 67 p. 199.
- 1909 —: Formes de passage entre le genre *Bodo* EHRENBURG et le genre *Trypanoplasma* LAVERAN et MESNIL. *ibid.* p. 649.
- 1910 —: Notes sur les flagellés. Arch. Zool. exp. et gen. 5. Série T. 4. Notes et Revue p. 491.
- 1910 —: Sur les flagellés intestinaux des poissons marins (N. prel.) *ibid.* p. 531.
- 1911 —: Sur la position des Monadidés dans la systematique des flagellés. Quelques observations sur le *Monas vulgaris*. Signification du blépharoplaste. Bull. Soc. Zool. France T. 36 p. 96.
- 1912 —: Homologie entre le Stigma des Euglénien et le Kinetonucleus des flagellés binucléates. Arch. Zool. exp. et gen. 5. Série T. 10 p. 72.
- 1913 —: Systematisation de la mitose dite „primitive“. Sur la question du centriole. (A propos de la division nucléaire chez *Malpighiella* sp.) Arch. f. Protistenk. Bd. 29 p. 344.
- 1907 AWERINZEW, S.: Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten. Zool. Anz. Bd. 31 p. 834.
- 1909 —: Studien über parasitische Protozoen. I. Arch. f. Protistenk. Bd. 14. p. 74.
- 1914 BĚLAŘ, K.: Bau und Vermehrung von *Prowazekia josephi* n. sp. *ibid.* Bd. 35 p. 103.
- 1915 —: Protozoenstudien I. *ibid.* Bd. 36 p. 13.
- 1909 BERLINER: Flagellatenstudien. *ibid.* Bd. 15 p. 297.
- 1878 BÜTSCHLI, O.: Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30 p. 205.
- 1883—1887 —: Mastigophora in BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs.
- 1910 DANGEARD, P. A.: Etudes sur le développement et la structure des organismes inférieurs. Le Botaniste Série 11 p. 1.
- 1909 DOBELL, C. C.: Researches on the intestinal Protozoa of frogs and toads. Qu. J. o. Micr. Sci. Vol. 53 p. 201.
- 1911 DÖFLEIN, F.: Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl.
- 1910 FANTHAM, H. B. and ANNIE PORTER: On a new Trypanoplasma *T. dendrocoeli* sp. n. from *Dendrocoelum lacteum*. Proc. zool. soc. London p. 670.
- 1885 FISCH, C.: Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42 p. 47.
- 1913 FRANÇA, C.: Quelques observations sur les genres „*Monocercomonas*“ et „*Polymastix*“. Bull. de la Soc. Portugaise des sciences nat. T. 6 p. 105.
- 1909 FRIEDRICH, L.: Über Bau und Naturgeschichte des *Trypanoplasma helici* Leidy. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 p. 363.
- 1914 GELEI, J.: Bau, Teilung und Infektionsverhältnisse von *Trypanoplasma dendrocoeli* FANTHAM. *ibid.* Bd. 32 p. 171.
- 1881 GRASSI, B.: Intorno ad alcuni protisti endoparassiti. Atti d. Soc. Ital. di Sci. nat. V. 24 p. 135.
- *1882 —: Sur quelques protistes endoparasites. Arch. ital. d. Biol. T. 2 p. 402.

- 1911 HAMBURGER, C.: Über einige parasitische Flagellaten. Verh. d. nat.-med. Ver. Heidelberg Bd. 11 p. 211.
- 1909 HARTMANN, M.: Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 p. 264.
- 1910 HARTMANN und CHAGAS, C.: Flagellatenstudien. Mem. do Inst. Osw. Cruz. Manguinhos T. 2 p. 64.
- 1914 HARTMANN, M.: Bemerkungen über *Amoeba lacertae* HARTMANN, eine Antwort an CLIFFORD DOBELL. Arch. f. Protistenk. Bd. 34 p. 336.
- 1910 HESSE, E.: *Trypanoplasma vaginalis* n. sp. parasite du vagin de la Sangsue. C. R. Acad. Sci. Paris T. 151 p. 504.
- 1914 JAMESON, A. P.: A new Phytoflagellate, *Parapolytoma satura* n. g. n. sp. and its method of nuclear division. Arch. f. Protistenk. Bd. 33 p. 21.
- 1911 JOLLOS, V.: Bau und Vermehrung von *Trypanoplasma heliciis*. *ibid.* Bd. 21 p. 103
- 1911 —: Studien über parasitische Flagellaten. I. *Monocercomonas cetoniae*. *ibid.* Bd. 23 p. 311.
- 1904 KEYSSELITZ, G.: Über *Trypanophis grobbeni* (*Trypanosoma grobbeni* POCHÉ). *ibid.* Bd. 3 p. 367.
- 1906 —: Generations- und Wirtswechsel von *Trypanoplasma borelli* LAVERAN et MESNIL. *ibid.* Bd. 7 p. 1.
- 1906 KOLTZOFF, N.: Studien über die Gestalt der Zelle. I. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 67 p. 364.
- 1909 —: Studien über die Gestalt der Zelle. II. Arch. f. Zellf. Bd. 2 p. 1.
- 1914 KUCZYNSKI, M. H.: Untersuchungen an Trichomonaden. Arch. f. Protistenk. Bd. 33 p. 119.
- 1912 KÜHN, A. u. SCHUCKMANN, W. v.: Cytologische Studien an Trypanosomen. Zool. Jahrb. Suppl. 15 Bd. 2 p. 329.
- 1913 —: Über die Morphologie von *Prowazekia*. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg. Bd. 20 p. 35.
- 1901 LAVERAN, A. et MESNIL, F.: Sur les flagellés à membrane ondulante des poissons (genre *Trypanosoma* GRUBY et *Trypanoplasma* n. gen.). C. R. Acad. Sci. Paris T. 133 p. 670.
- 1902 —: Des Trypanosomes des poissons. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 p. 475.
- *1904 —: Trypanosomes et Trypanosomiasés.
- 1904 LÉGER, L.: *Trypanoplasma varium* parasite du sang de *Cobitis barbatula*. L. C. R. Soc. Biol. Paris T. 56 p. 345.
- 1905 —: Sur la présence d'un Trypanoplasme intestinal chez les poissons. *ibid.* T. 57 p. 511.
- 1914 LEMMERMAN, E.: Panstomatinae, Protomastiginae, Distomatinae. in: Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, herausg. von A. PASCHER. Heft 1.
- *1910 MACKINNON, D. L.: New protist parasites from the intestine of Trichoptera. Parasitology (A supplement to the Journal of Hygiene). Vol. 3.
- 1910 MARTIN, C. H.: Observations on *Trypanoplasma congeri*. Qu. J. o. Micr. Sci. V. 55 p. 485.
- 1912 NÄGLER, K.: Ein neuartiger Typus der Kernteilung bei *Chilomonas paramaecium*. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 p. 295.
- 1910 PARIS, B.: Su alcuni flagellati endoparassiti. *ibid.* Bd. 19 p. 233.
- 1913 PASCHER, A.: Cryptomonadinae, in: Süßwasserflora Deutschlands usw. Heft 2.

- 1903 POCHÉ, F.: Über zwei neue, in Siphonophoren vorkommende Flagellaten. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien Bd. 14 p. 307.
- 1903 PROWAZEK, S. v.: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 195.
- 1904 —: Die Entwicklung von *Herpetomonas*, eines mit den Trypanosomen verwandten Flagellaten. Arb. a. d. kais. Ges. Amt Berlin Bd. 20 p. 440.
- 1904 —: Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. *ibid.* Bd. 21 p. 1.
- 1905 —: Studien über Säugetiertrypanosomen. *ibid.* Bd. 22 p. 351.
- 1908 —: Bemerkungen zu dem Aufsatz „Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten“ von AWERINZEW. Zool. Anz. Bd. 32 p. 380.
- 1910 —: Beitrag zur Kenntnis der Protozoenfauna Brasiliens. Mem. do Inst. Osw. Cruz. T. 2.
- 1911 —: Zur Kenntnis der Flagellaten des Darmtraktes. Arch. f. Protistenk. Bd. 23 p. 96.
- 1913 —: Studien zur Biologie der Protozoen. VI. *ibid.* Bd. 31 p. 47.
- 1909 ROSENBUSCH, J.: Trypanosomenstudien. *ibid.* Bd. 15 p. 263.
- 1904 SCHAUDINN, F.: Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*. (Vorl. Mitt.) Arb. a. d. kais. Ges. Amt Bd. 20 p. 387.
- 1912 SCHERFFEL, A.: Zwei neue, trichocystenartige Bildungen führende Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 27 p. 94.
- 1911 ULEHLA, V.: Die Stellung der Gattung *Cyathomonas* From. im System der Flagellaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 29 p. 284.
- *1910 WALKER, E. L.: *Trypanoplasma ranae* n. sp. and its life cycle in cultures. Journ. of med. Research. V. 23 p. 391.
- 1914 WASIELEWSKI, TH. v. und KÜHN, A.: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. Anat. Ontog. Bd. 38 p. 253.
- 1913 WENYON, C. M.: Observations on *Herpetomonas muscae domesticae* and some allied flagellates. Arch. f. Protistenk. Bd. 31 p. 1.
- 1911 WHITMORE, E.: Über *Prowazekia asiatica*. *ibid.* Bd. 22 p. 370.

VI. Tafelerklärung.

Die Figuren stellen sämtlich, wenn nicht anders vermerkt, Tiere dar, die mit Sublimatalkohol, Sublimatessig, Flemmings oder Herrmanns Gemisch fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden. Optik: REICHERT Apochromat 2 mm N. Ap. 1.35 und Kompensationsokular 18; ABBE'scher Zeichenapparat.

Tafel 13.

Monocercomonas orthopterorum. Vergr. ca. 3800fach.

- Fig. 1—11. Vegetative Stadien.
- Fig. 10 u. 11. Zwergformen.
- Fig. 12. Beginn der Kernteilung; Scheidung des Kerninhaltes.
- Fig. 13 u. 14. Vorgesrittenere Stadien.
- Fig. 15. Fertige Spindel.
- Fig. 16. Desgl.; 6 „Chromosomen“.
- Fig. 17. Desgl. vorzeitige Teilung des Centriols.
- Fig. 18. Teilung der Äquatorialplatte.
- Fig. 19. Anaphase; 6 „Chromosomen“!
- Fig. 20. Anaphase; Ausbildung der Axostyle.
- Fig. 21. Telophase.
- Fig. 22. Desgl.
- Fig. 23 u. 24. Tochterkerne rekonstruiert; Zellteilung.
- Fig. 25—27. Promitose.
- Fig. 28 u. 28. Desgl.; Bildung der Axostyle.
- Fig. 30. Promitose?

Tafel 14.

Trypanoplasma heliciis. Vergr. ca. 3800fach.

- Fig. 31. Große Sommerform; Blepharoplast mit Endfibrillen. Crista der undulierenden Membran. Caryosom aufgelöst.
- Fig. 32. Desgl. Homogene Plasmaansammlungen; Außenchromatin in Klumpen Caryosom kompakt.
- Fig. 33. Desgl. Centriol, Caryosom, Außenchromatin.
- Fig. 34. Tier mit Myonemen; Caryosom aufgelöst; Centriol exzentrisch.
- Fig. 35. Ende des cyclischen Umsatzes; Caryosom heranwachsend.
- Fig. 36. Lockeres Caryosom; Chromatinansammlung am Ende des Blepharoplasten.
- Fig. 37. Sommerform mit unregelmäßig gestaltetem Blepharoplasten (Teilung?).
- Fig. 38. Schlanke Form mit siderophilem Vacuoleninhalt.
- Fig. 39. Kleine Form, kontrahiert; Chromatingranula im Plasma cavuliert.
- Fig. 40. Abnorme Form.

Tafel 15.

Trypanoplasma heliciis. Sommerformen; Teilung. Vergr. ca. 3800fach.

- Fig. 41—52. Kernteilung.
- Fig. 41. Teilung des Centriols innerhalb des Caryosoms.
- Fig. 42 u. 43. Streckung des Centriols.

- Fig. 43. Gamet. Chromatingranula cavuliert.
 Fig. 44. Durchreißen des Caryosoms; Bildung der Äquatorialplatte.
 Fig. 45. Spindel mit Äquatorialplatte.
 Fig. 46. Äquatorialplatte geteilt.
 Fig. 47. Anaphase.
 Fig. 48. Telophase.
 Fig. 49. Desgl.; Bildung der Kernmembranen.
 Fig. 50. Rekonstruktion der Tochterkerne; links vorgeschrittener als rechts.
 Ausbildung der Endfibrillen des Blepharoplasten. Zellteilung.
 Fig. 51 u. 52. Teilungsfiguren, bei denen das Chromatin der Äquatorialplatte zum Teil (51.) oder ganz an die Pole gerückt ist.
 Fig. 51. Metaphase.
 Fig. 52. Telophase.
 Fig. 53—61. Teilung des Blepharoplasten.
 Fig. 53. Beginn der Spaltung.
 Fig. 54 u. 55. Fortschreiten des Spaltes.
 Fig. 56 u. 57. Auseinanderklappen der Teilhälften bei 57. Crista der undul. Membran gut sichtbar.
 Fig. 58—61. „Mitose“ des Blepharoplasten.
 Fig. 58 u. 59. Stadien mit Äquatorialplatte.
 Fig. 60 u. 61. Anaphasen.
 Fig. 62. Zellteilung.
 Fig. 63. Gamet; erste Reifeteilung des Kernes, heteropol; im Plasma der erste Richtungskörper des Blepharoplasten. Myoneme sichtbar.

Tafel 16.

Trypanoplasma helcis.

- Fig. 64—75. Gamogonie. Man beachte die im Vergleich zu den agamen Formen viel dunklere Färbung des Plasmas!
 Fig. 64. Gamet in Telophase der zweiten Reduktionsteilung. Zweiter Reduktionskörper, des Blepharoplasten.
 Fig. 65. Gamet mit reduziertem Kern und Blepharoplasten Chromatingranula im Plasma!
 Fig. 66. Gamet; Pyknotischwerden des zweiten Richtungskörpers.
 Fig. 67. Gamet; pyknotischer zweiter Richtungskörper des Kernes; Chromatinaustritt aus dem Kern; zweite Reduktion des Blepharoplasten
 Fig. 68 u. 69. Copulation; Verschmelzung mit den Vorderenden; Verlust des einen Geißelpaares.
 Fig. 70. Copula. Plasma granuliert; Reduktionskörper z. T. fragmentiert. Heterogame Verschmelzung der Blepharoplasten.
 Fig. 71. Desgl. Caryosom des einen Kerne exzentrisch, das des anderen aufgelöst.
 Fig. 72. Annäherung der Kerne; Abplattung ders. Rechts davon der pathologisch veränderte zweite Richtungskörper. Crista!
 Fig. 73. Copula; Plasma granuliert; Blepharoplastensyncaryon; Caryogamie der Trophonuclei.
 Fig. 74. Copula; Heterogamie der Blepharoplasten, Syncaryon der Trophonuclei mit noch getrennten Caryosomen.

Fig. 75. Copula; fertiges Syncaryon; Blepharoplaste bereits geteilt, als Beginn der ersten metagamen Teilung.

Fig. 76 u. 77. Telophasen der ersten metagamen Teilung; in 77 Bildung der Geißeln.

Fig. 79. Spät metagames Sommertier mit viel Chromidien.

Fig. 79—81. Typen der Wintergeneration; kleine Caryosome (Centriolen); in 80. Verklumpung des Blepharoplastenchromatins. Chromidien.

Tafel 17.

Trypanoplasma heliciis.

Fig. 82—90. Agameten nach verschiedenen Methoden gefärbt. Sommerformen!

Fig. 82. Agamet. Giemsa.

Fig. 83. Agamet. Centriol exzentrisch; Ectoplasmatischer Saum rosa; Alveolen in Längsreihen; Granula der Crista sichtbar. Giemsa.

Fig. 84. Agamet. kontrahiert. Granula des Periplasten elektiv gefärbt. Giemsa.

Fig. 85. Agamet mit abnorm färbbarem Caryosom (Centriol?). Giemsa.

Fig. 86. Agamet. Giemsa invertiert.

Fig. 87. Agamet. Kern im Spindelstadium. Giemsa invertiert. Spindel und Centrodosome!

Fig. 88 u. 89. Agameten; MALLORY'S Phosphormolybdänsäure-Fuchsin S-Orange G-Anilinblaumethode.

Fig. 90. Agamet. Methylgrün-Fuchsin S.

Fig. 91—94. Stadien der Gamogonie.

Fig. 91. Gamet; mit pyknotischem Richtungskörper des Trophonucleus.

Fig. 92. Gamet; mit Richtungskörper von Kern u. Blepharoplast; Giemsa.

Fig. 93. Copula; Giemsa invertiert.

Fig. 94. Copula; Giemsa.

Fig. 95. Sommertier mit aufgelöstem Blepharoplasten. Giemsa.

Fig. 96. Sommertier mit aufgelöstem Trophonucleus. Giemsa.

Fig. 97—106. Winterformen.

Fig. 97. Wintertier mit starkfärbbarem Außenkern und hohlem Caryosom. Giemsa.

Fig. 98. Wintertier (normale Dauerform); mit reduziertem Caryosom; Blepharoplast mit Körnerstruktur. Giemsa.

Fig. 99. Kern derselben Type; Außenchromatin als Kappe dem Centriol aufsitzend. Giemsa.

Fig. 100. Dieselbe Type; Streifung! Acidophile Reaktion des Centriols. Methylgrün-Eosin.

Fig. 101—106. Degenerative Stadien.

Fig. 101. Tier mit blaßblauem Plasma; hohlem Caryosom und Chromidien. Giemsa.

Fig. 102 u. 103. Tier mit reduziertem Plasmakörper und Caryosom. Giemsa.

Fig. 104. Tier mit blassem Plasma und Auswüchsen an Kern und Blepharoplast. Giemsa.

Fig. 105. Tier mit dunklem Plasma, vacuolisiertem Blepharoplast und Auswuchs am Kern. Giemsa.

Fig. 106. Tier mit pyknotischem Kern und blauen Granulis im Plasma. Giemsa.

Tafel 18.

Chilomonas paramaecium. Vergr. 2630fach. Eisenhämatoxylinfärbung.

Fig. 107. Ruhende Form; Schlundtapete elektiv gefärbt, Cavulation sichtbar; Diplosom; Rhizoplast in Zweizahl vorhanden, nicht bis ins Hinterende des Körpers reichend.

Fig. 108. Desgl. Rhizoplast einfach, bis ins Hinterende reichend. Unter dem Periplasten siderophile Granula (Trichocysten?).

Fig. 109. Desgl. Kern sich zur Teilung vorbereitend; Caryosom vergrößert.

Fig. 110—115. Einzelne Kerne.

Fig. 110. Centriol mit Vacuole sichtbar.

Fig. 111. Teilung des Centriols.

Fig. 112. Diplosom.

Fig. 113. Kern mit „Entosom“.

Fig. 114. Stark reduziertes Caryosom; Außenkern vergrößert.

Fig. 115. Caryosom auf das Centriol reduziert. Cyclischer Umsatz?

Fig. 116—119. Protozoischer (?) Parasit von *Chilomonas*.

In den Figuren kommt nicht zum Ausdruck, daß die Vakuolen des Parasiten mit etwas stärker lichtbrechenden Massen erfüllt sind.

Fig. 120—137. Caryokinese.

Fig. 120 u. 121. Vergrößerung des Caryosoms; Sichtbarwerden der chromatischen Granula.

Fig. 122. Fortschreitende Größenzunahme des Caryosoms; Außenkern bereits etwas nach oben verschoben. Teilung des Geißelapparates.

Fig. 123. Streckung des homogenen Caryosoms; Außenkernzone sichtbar.

Fig. 124. Desgl.; Granulastruktur!

Fig. 125. Desgl.

Fig. 126 u. 127. Bildung der Äquatorialplatte.

Fig. 128 u. 129. Fertige Spindel mit Äquatorialplatte.

Fig. 130. Spindel und Äquatorialplatte vom Pole gesehen, der obere Teil ders. dem Schlunde ausweichend. Teilung des Geißelapparates.

Fig. 131. Teilung der Äquatorialplatte; Spindelfaserung sichtbar.

Fig. 132 u. 133. Bildung der Tochterplatten.

Fig. 134. Beginnende Verklumpung der Chromiolen und Verdickung der Tochterplatten.

Fig. 135. Weitergehende Verkürzung und Verklumpung der Tochterkerne.

Fig. 136. Tier vom Schlunde her gesehen, Caryosom fast fertig mit polar aufsitzender Kappe von Außenchromatin.

Fig. 137. Tochtercaryosome fertig; Außenkernkappen noch nicht um das Caryosom herumgewachsen.

Tafel 19.

Chilomonas paramaecium; wie vorhergehend.

Fig. 138—145. Amitose.

Fig. 138. Zellteilung vor der Kernteilung einsetzend; Streckung des Kernes.

Fig. 139. Streckung des Caryosoms.

Fig. 140. Hantelförmige Teilung des Caryosoms.

Fig. 141 u. 143. Vollendete Caryosomteilung; Centriolen.

Fig. 142. Desgl.; Centrodesmose; atypische Zellteilung.

Fig. 144. Kernteilung vollendet; Kerne noch in Zipfel ausgezogen; Querteilung der Zelle.

Fig. 145. Zellteilung.

Fig. 146. Normale Zellteilung, vom Vorder- und Hinterende eingreifend; Drehung des einen Tochtertieres um 180 Grad. Cavulierung der Tapetenkörner.

Tafel 20.

Chilomonas paraemaecium; nach verschiedenen Methoden gefärbt. Vergr. 2630 fach.

Fig. 147—152. Sublimatessig, Methylgrün-Fuchsin S.

Fig. 147. Ruhendes Tier.

Fig. 148. Caryosom vergrößert.

Fig. 149. Caryosom gestreckt.

Fig. 150. Desgl.; Auftreten der Chromiolen.

Fig. 151. Spindel mit Äquatorialplatte.

Fig. 152. Anaphase.

Fig. 153 u. 154. Kern in Ruhe und in Anaphase; Säurefuchsin-Orange G.

Fig. 155—158. FLEMING's starkes Gemisch, Safran-Lichtgrün.

Fig. 155. Ruhendes Tier; Schlundtapete basophil; Centriol!

Fig. 156. Gestrecktes und granuliertes Caryosom.

Fig. 157. Spindel mit beginnender Teilung der Äquatorialplatte.

Fig. 158. Anaphase.

Fig. 159 u. 160. Ruhendes Tier und Anaphase. Sublimatalkohol, Giemsa-Romanowsky invertiert. Man achte auf die auf jedem Stadium sichtbaren, acidophilen Außenkerngranula!

Tafel 21.

Mikrophotogramme mit REICHERT Apochromat 2 mm 1.35. n. sp. und Comp. Oc. 12 hergestellt; ohne Retusche! Vergrößerung überall, bis auf Fig. 181 900 fach;

Fig. 181 800 fach.

Zeichenerklärung: G = Geißel; Ke = Kern; Ax = Axostyl; Be = Blepharoplast; Bk = Basalkorn; Cr = Crista; Ka = Caryosom; Ce = Centriol; E. f. = Endfibrille; My = Myonem; Sp. = Spindel; Äqu. = Äquatorialplatte; Topl. = Tochterplatte; S. K. = Syncaryon; Tap. = Tapete; Rh. = Rhizoplast; Au. Ke. = Außenkern.

Fig. 161. *Monocercomonas orthopterorum*. Osmiumdampf, Trocknung; Giemsa; Achsenstäbe, weil rot gefärbt, stark hervorstechend. Spiralige Krümmung derselben!

Fig. 162. *Trypanoplasma helicis*. Agameten; ectoplasmatischer Saum, Blepharoplast, Basalkorn und Geißel sichtbar. HERRMANN's G., Eisenhämatoxylin.

Fig. 163. Desgl.; Sublimatalkohol bei halber Eintrocknung; Giemsa. Man achte auf das Hervortreten der im Präparat tiefrot gefärbten Geißeln sowie des Periplasten!

Fig. 164. Desgl.; HERRMANN, E. H., Endfibrillen des Blepharoplasten!

Fig. 165. Desgl. wie oben. Crista der undulierenden Membran, wohl umrissenes Caryosom sichtbar.

Fig. 166. Desgl. wie oben. Myoneme!

Fig. 167. Desgl. wie oben; Teilung des Centriols; Tier von Fig. 42. (Wenn hier und später die Umrisse der Tuschzeichnung mit der der Photographie nicht ganz übereinstimmen sollten, so liegt die Schuld an der wechselnden Einstellung.)

Fig. 168. Desgl.; FLEMMING's Gemisch, E. H.; Spindel mit Äquatorialplatte; Tier von Fig. 45.

Fig. 169. Desgl.; HERMANN's G., E. H.; Anaphase; Tier von Fig. 47; darunter Agamet mit ausgehöhltem Caryosom.

Fig. 170. Desgl. wie oben; Teilung von Basalkorn und Neubildung einer Schwimmgeißel. Diese Stelle des Präparates trocknete vor der Fixierung etwas ein, so daß der hintere Abschnitt des Tieres zerfloß.

Fig. 171. Gamet; wie oben fixiert gefärbt.

Fig. 172. Copula; wie oben; Blepharoplast etwas geschrumpft. Tier von Fig. 74.

Fig. 173. Copula; wie oben: Kern in Prophase der ersten metagamen Teilung.

Fig. 174. *Chilomonas paramecium*; Osmiumsäure, LÖFFLER's Geißelbeize, Karbolfuchsin. Zwei Exemplare von Trichocysten umgeben; man vergleiche deren Dicke mit der der Geißeln und der Spirillen; sie entspricht etwa der von Bakteriengeißelschöpfen.

Fig. 175. Desgl.; Sublimatalkohol, Eisenhämatoxylin; Schlundtapete elektiv gefärbt; Außenkern, Caryosom.

Fig. 176. Desgl.; wie oben; Diplosom und Rhizoplast.

Fig. 177. Desgl.; Centriol im Caryosom sichtbar.

Fig. 178. Desgl.; Teilungsstadium; Schlundtapete, Spindel mit Äquatorialplatte, Außenkern an den Polseiten.

Fig. 179. Desgl.; Spindel mit sich verdoppelnder Äquatorialplatte.

Fig. 180. Desgl.; Anaphase.

Fig. 181. Desgl.; Amitose; Tier von Fig. 142. REICHERT-Achromat 7 a, Comp. Oc. 12; Vergr. 800fach.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Eine neue kieselschalige Protophyten-Gattung aus der Adria.

(Ergebnisse der vom Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien unternommenen Kreuzungen auf S.M.S. „Najade“ in der Adria. Nr. 9 der Botanischen Arbeiten.)

Von
Josef Schiller, Wien.

(Mit 5 Textfiguren.)

Die österreichische Adriaforschung förderte insbesondere durch die Filtrierung und Zentrifugierung von Wasserproben eine Anzahl von höchst sonderbar gebauten pflanzlichen Organismen zutage, deren systematische Zugehörigkeit und Bedeutung noch nicht feststeht. In der Hoffnung, durch die Erbeutung reicheren Materials mehr besonders bezüglich der Fortpflanzung über die im Nachfolgenden zu beschreibenden Organismen zu ermitteln, wurde eine Mitteilung von Fahrt zu Fahrt immer wieder hinausgeschoben.

Die politischen Ereignisse schließen die Wiederaufnahme von Fahrten für längere Zeit aus. Trotz der Lücken in der Kenntnis dieser Organismen, besonders bezüglich der Fortpflanzungsmodalitäten, halte ich aus mehreren Gründen eine kurze Mitteilung für gerechtfertigt.

***Aurospaera* nov. gen.**

Aurospaera ovalis nov. gen., nov. spec. besitzt eine im Querschnitt annähernd ovale Kieselschale, von der ein Pol stark abgeflacht ist (Fig. 1). Die Schale ist glasartig durchsichtig, sehr dünn und trägt zahlreiche Stacheln von der Länge des Zelldurchmessers, die anscheinend einer kleinen runden scheibenartigen Erhöhung in

der Mitte aufsitzen. Alle Borsten erheben sich auf einem säulenartigen, kegelförmigen Sockel, sind sehr dünn und laufen spitz aus. Der Sockel sitzt mit etwas verbreiterter Basis der Schale auf und endet zugespitzt.

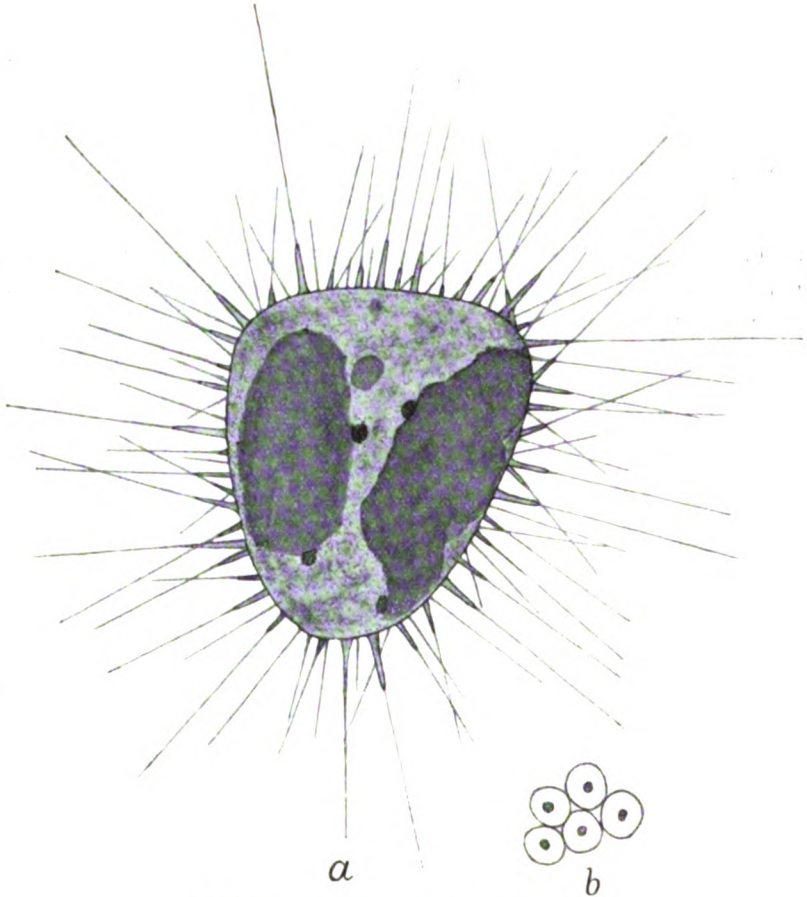


Fig. 1a u. b. *Aurospheera ovalis* SCHILLER.

1a Zelle im optischen Querschnitt, 1b scheibenförmige Basalplatten mit den Fußpunkten der Stacheln. Vergr. 2730 $\times$.

Als Zellinhalt konnte festgestellt werden: lockeres, feinkörniges, stellenweise dichtes Plasma, ein verhältnismäßig kleiner Kern mit undeutlichem Nucleolus und ziemlich homogener Kernsubstanz, zwei schwefelgelbe große scheibenförmige Chromatophoren, an diesen angelagert durch stärkere Lichtbrechung ausgezeichnete runde Körperchen (Assimilat: Öl?).

Die Chromatophoren sind im Umriß von unregelmäßiger Gestalt und legen sich der Schalenmembran bald mehr, bald weniger an, so daß sie immer dementsprechend mehr oder weniger gewölbt sind. Ihre Farbe ist ein reines Schwefelgelb, das auch nach dem Absterben oder nach Fixierung mit neutralem 4proz. Formol erhalten blieb.

Pseudopodien oder Geißeln wurden nicht beobachtet, wiewohl ich danach eifrig suchte, da der Organismus von allen bisher im Meere gefundenen pflanzlichen Organismen stark abweicht und — wenn die Chromatophoren unberücksichtigt bleiben — an ein Heliozoon erinnern könnte. Alle von mir bis jetzt beobachteten Individuen waren durch Zentrifugierung von Oberflächenwasser erbeutet und zeigten keinerlei Eigenbewegung. Die Gewinnung durch Zentrifugieren ist gewiß mit starker Beeinträchtigung der Lebensfunktionen verknüpft. Geißeln können leicht abgeworfen werden, wie besonders die Untersuchung von zentrifugierten Coccolithophoriden zeigt, von denen sehr viele Arten bald gar keine Geißeln, bald eine oder zwei aufweisen.

Aus rein mechanischen Gründen halte ich indessen den Besitz von Geißeln für ausgeschlossen. Sie müßten sich in dem dichten Borstenkleide der Schale verfangen und verwirren, wären daher als Bewegungsorgane wenig geeignet.

Solche Borsten treten indessen, wie die Heliozoen zeigen, mit Pseudopodien zusammen auf. Da ich *Aurospira ovalis* nur zentrifugiert und überdies nur in wenigen teilweise überdies schon fixierten Individuen (fixiert wurde mit neutralem 4proz. Formol) sah, könnten immerhin Pseudopodien vorhanden sein.

Wenn ich sie trotzdem ausschließe, so geschieht dies, weil die Schale die feinen Poren für ihren Durchtritt nicht erkennen ließ, niemals auch nicht die geringsten Anhaltspunkte für sie sprachen. Die Chromatophoren können infolge ihrer Größe und der völligen Durchsichtigkeit der Kieselschale ganz genau studiert werden, so daß keine Unzweideutigkeit etwa mit Zooxanthellen aufkommen kann.

Die pflanzliche Natur von *Aurospira ovalis* ist ebenso sicher wie die systematische Zugehörigkeit unsicher.

Bislang fand ich die Form sehr selten im Oberflächenwasser der mittleren und südlichen Adria. Pro Liter kommen nur 30—50 Individuen. Auftreten: Herbst und Winter.

***Aurospira echinata* nov. gen. nov. spec. (Fig. 2, Fig. 3).**

In der mittleren Adria trat nicht minder selten eine zweite Form auf, die zu der neuen Gattung gestellt werden kann.

Die annähernd kuglige Zelle wird von einer Kieselschale umschlossen, welche 20—22 μ im Durchmesser mißt und mit zahlreichen runden oder schwach ovalen Poren versehen ist. Die Schale erscheint auch hier völlig starr, aber etwas dicker als bei voriger Art. Diese Poren sind im Leben viel schwieriger zu beobachten als nach dem Tode der Zelle. Es scheint dies damit erklärbar, daß anfänglich die Membran des Zellplasma dicht der Kieselchale anlagert, dagegen

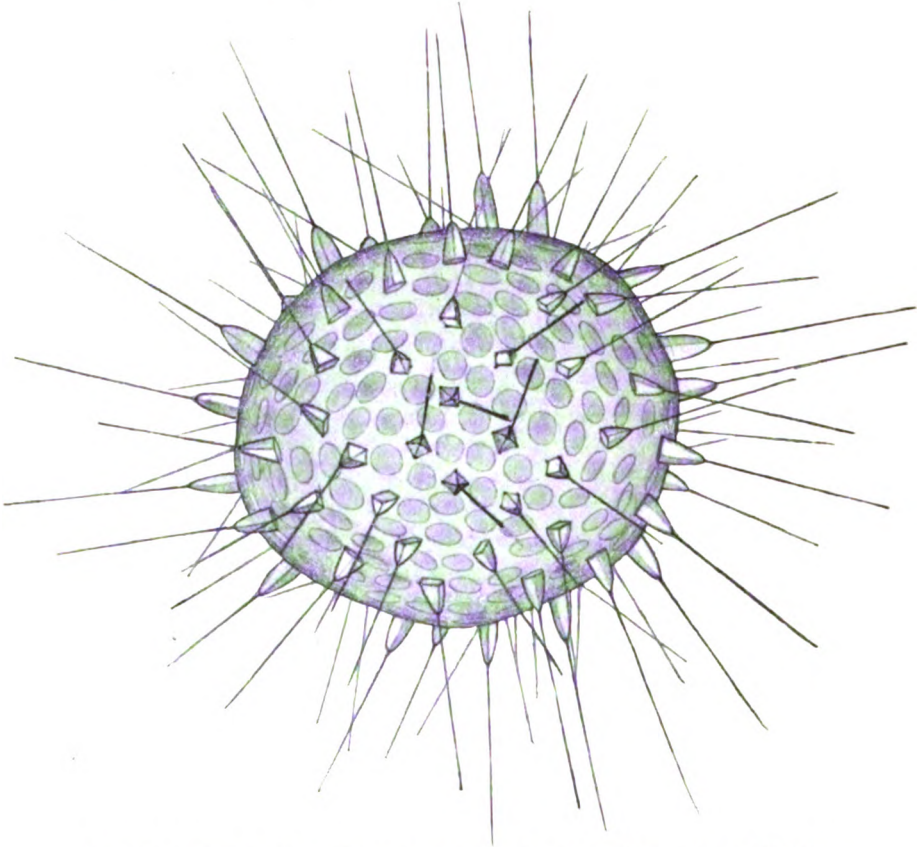


Fig. 2. *Aurosphaera echinata* SCHILLER. Schalenansicht. Vergr. 2730 $\times$.

nach dem Konservieren (es geschah hier gleichfalls mit neutralem bis schwach alkalischem 4proz. Formol) die Membran von der Schale sich abhebt. Möglicherweise ist auch der Rand der Poren ein klein wenig emporgewölbt, wofür das mikroskopische Bild bei der Betrachtung von der Seite, nämlich der gegen den Horizont gelegenen Poren, sprechen könnte.

Zwischen diesen Membranfenstern bleiben größere Flächen frei, auf denen vierseitige Pyramiden stehen, die nicht durchbohrt sind und auf ihrer Spitze eine feine, dünne Stachelborste tragen, deren Länge nicht ganz dem halben Schalendurchmesser entspricht. Die Entfernung zwischen den einzelnen Pyramiden hält sich nicht gleich. Die Eckpunkte der quadratischen Grundfläche der Pyramiden treten bei entsprechender Betrachtung der Basis deutlich als vier Punkte

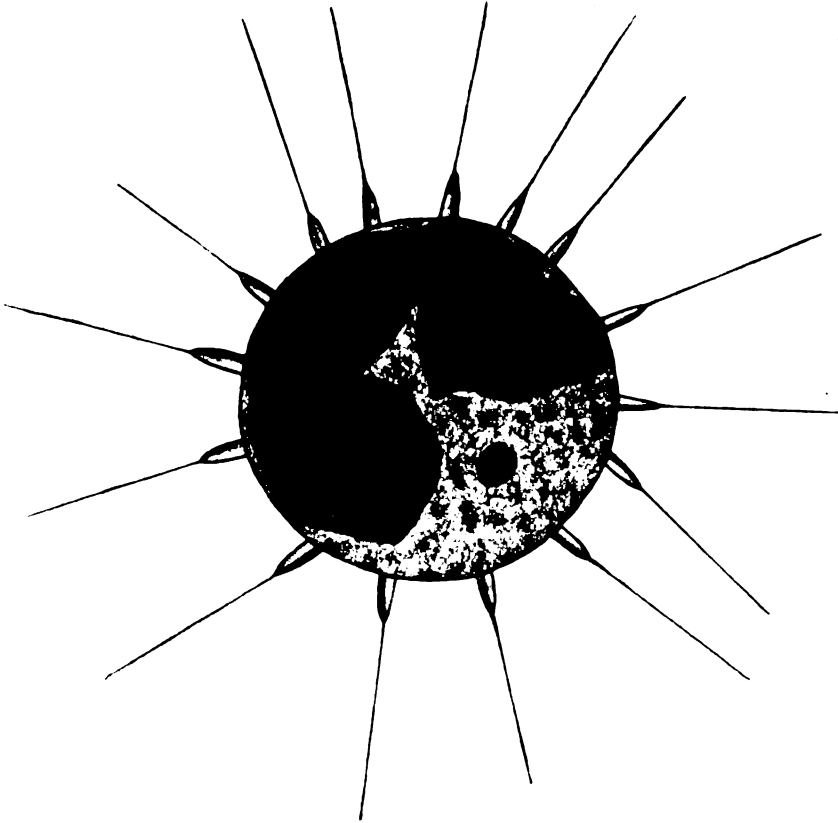


Fig. 3. *Aurosphaera echinata* SCHILLER. Optischer Querschnitt. Vergr. 2730 $\times$.

in Erscheinung). Dies steht mit der Verdickung der Seitenkante im Zusammenhange. Dagegen ist von einer Durchbohrung nichts zu sehen.

Auch die Borsten bestehen aus Kieselsubstanz und sind starr und wenig elastisch.

Die Zelle führt lockeres, schaumiges Plasma (Fig. 3), einen Kern

20*

mit ohne Färbung sichtbarem Kernkörperchen. Besonders auffällig wird die Zelle durch den Besitz von drei großen schön goldgelben Chromatophoren, die der Zelle das Aussehen einer goldgelben Kugel verleihen. Sonstiger fester Inhalt wie beispielsweise Assimilate traten in den bisher gesehenen 4 Zellen nicht auf.

Die Seltenheit dieser Planktonten behinderte auch das Suchen nach dem Teilungsvorgange und den Modalitäten der etwaigen Fortpflanzung.

Im Anschluß an das zu voriger Art Bemerkte muß auch hier betont werden, daß Pseudopodien und Geißeln nicht beobachtet wurden.

Während *Aurosphaera ovalis* im Oberflächenwasser lebt, tritt *Aurosphaera echinata* vorwiegend in 75 m Tiefe auf, dabei ist nach den bisherigen allerdings spärlichen Funden auch diese Art auf den Warmwasserteil der Adria, d. h. die mittlere und südliche Adria beschränkt.

An der pflanzlichen Natur der beiden beschriebenen Organismen habe ich nicht zweifeln können und von zoologischer Seite wurden die Zellen ohne weiteres abgelehnt. Andererseits macht der Versuch der Einreihung in die zurzeit bekannten Algengruppen gewiß Schwierigkeiten, die insbesondere durch die bisher noch nicht beobachteten Vermehrungsvorgänge gegeben sind.

Die Borsten der beiden Arten weisen auf zwei Gattungen von Süßwasseralgen hin, die zurzeit zu den Grünalgen, zu den Oocystaceen, gestellt werden ¹⁾, auf *Acanthosphaera zachariasii* LEMM. ²⁾ und *Echinospaeridium nordstedtii* LEMM. ³⁾.

Acanthosphaera zachariasii beschrieb LEMMERMANN aus dem Plöner See. Die kuglige Zelle trägt Borsten, die vom Autor als im unteren Drittel dicker bezeichnet werden. Der weitgehenden Ähnlichkeit halber bringe ich die Abbildung von LEMMERMANN bei (Fig. 4). Leider hat LEMMERMANN die Membranen nicht auf Kieselsubstanzen untersucht. Auch gibt er mehrere grüne Chromatophoren an, wogegen indes das in Einzahl vorhandene große Pyrenoid spricht. Offenbar ist doch nur ein einziger Farbstoffträger da, der grün gefärbt ist.

Die auffälligste Ähnlichkeit im Bau der Borsten tritt bei der Betrachtung von *Echinospaeridium nordstedtii* LEMM. mit *Aurosphaera*

¹⁾ WILLE, N., *Oocystaceae*, Nachräge zu I. Teil, Abteil 2, Konjugaten und *Chlorophyceae*, Die natürl. Pflanzenfamilie, S. 61.

²⁾ LEMMERMANN, E., *Phytoplankton sächsischer Teiche* (Forschungsberichte der biolog. Station in Plön, VII. Teil S. 118, Taf. 1 Fig. 10—11.

³⁾ DERS., Das Plankton schwedischer Gewässer. *Arkiv för Botanik* Bd. 2 N. 2 S. 113, 114, Taf. 1 Fig. 6, 7.

echinata hervor (siehe Fig. 5). Diese im Mjörn-See in Schweden gefundene Planktonalge ist kuglig, $21\ \mu$ dick, ohne Gallerthülle, mit einem grünen wandständigen Chromatophor versehen, das ein großes eckiges Pyrenoid führt. Von der Membran sagt LEMMERMANN, daß sie gleichmäßig mit $45\ \mu$ langen Borsten besetzt ist, welche am

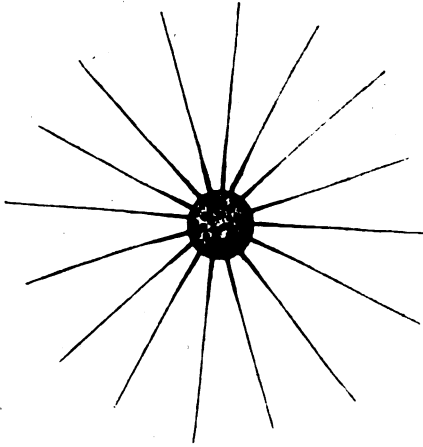


Fig. 4.

Fig. 4. *Acanthosphaera zachariasi* LEMM. Vergr. $650\times$.

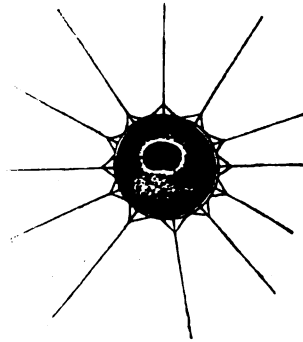


Fig. 5.

Fig. 5. *Echinospaeridium nordstedti* LEMM. Vergr. $650\times$.

Grunde von einer hyalinen, kegelförmigen Hülle umgeben sind. „Die Borsten,“ schreibt LEMMERMANN, l. c., „besitzen keinen inneren Hohlraum und sind nach der Spitze zu deutlich zugespitzt. Sie entspringen auf der Membran und durchbohren den basalen Hüllkegel an der Spitze.“

LEMMERMANN hat die Zellen nur bei geringer Vergrößerung ($750\times$) beobachtet. Es scheint mir daher im hohen Grade möglich, daß auch bei *Echinospaeridium* der basale Sockel 4seitig ist und nicht von der Borste durchbohrt wird. Auch bei *Aurospheera* schien mir die Sache so zu sein wie L. angibt, bis mir die starke Vergrößerung Aufklärung gab.

Es ist ferner im hohen Grade unwahrscheinlich, daß eine so kompliziert gebaute Schale wie sie bei *Echinospaeridium* vorliegt, aus reiner Cellulose bestehe, die übrigens nach der von LEMMERMANN mit Chlorzinkjod ausgeführten Reaktion nur sehr schwach sich anzeigte. Ich glaube bestimmt auch hier Verkieselung vermuten zu dürfen. So lange, feine und gerade Celluloseborsten sind kaum als

Schwebeapparate möglich, da sie dem Wasser nicht entsprechenden Widerstand leisten könnten.

Der größte Unterschied zwischen *Aurosphaera* und den beiden LEMMERMANN'schen Gattungen scheint in der Farbe der Chromatophoren zu liegen. Der Autor gibt Grünfärbung an, nur konnte er bei der vermutlich selten auftretenden *Acanthosphaera* nicht mit Sicherheit entscheiden, ob ein oder mehrere Chromatophoren vorhanden sind. Schon oben vermutete ich bei der Einzahl des Pyrenoids auch die Einzahl des Chromatophors.

Die schwefelgelbe Färbung der beiden Chromatophoren von *Aurosphaera ovalis* dürfte wohl auf größeren Gehalt an Chlorophyll hinweisen, und wenn wir bedenken, wie stark der Ton bei zahlreichen Algen zwischen Gelb bis Grün variieren kann, so meine ich, liegt, solange wir nicht mehr über *Aurosphaera* besonders betreffs der Fortpflanzung wissen, kein Grund vor, die neue Gattung nicht bei den *Oocystaceae* bis auf weiteres als Gattung unsicherer Stellung einzulagern, wie dies WILLE schon l. c. mit *Acanthosphaera* und *Echinospaeridium* tat.

Der Schalenbau, die Verkieselung und die gelben Farbstoffträger wären vielleicht Gründe zur Bildung einer besonderen Gruppe. Es kommt gewiß diesen so merkwürdigen Organismen eine besondere systematische Bedeutung zu. Trotzdem halte ich Reserve für geboten, bis die Vermehrungsvorgänge bekannt sein werden.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

(Laboratorio di Zoologia e di Anatomia comparata
dell'Università di Perugia.)

**„*Orcheocystis lacertae*“, nuovo Telosporidio
(Aggregatario?) parassita del testicolo di *Lacerta*:
fasi schizogoniche; nuclei polienergidi; duplicità
cromatica nucleare.**

Per
Giulio Trinci.

(Con la tav. 22.)

Sommario.

	page
1. Introduzione	311
3. Localizzazione ed effetti del parassita sulla dei tubuli seminiferi	312
3. Fasi dell'evoluzione schizogonica	317
4. Sulle probabili affinità e posizione sistematica del parassita (<i>Orcheocystis lacertae</i> nov. gen., nov. spec.)	325
5. Fenomeni nucleari dello schizonte in rapporto alla dottrina dei nuclei polienergidi	336
6. A proposito della dottrina del dualismo cromatico nucleare: formazione libera di nuclei trofici nella schizogonia	340
7. Conclusioni	344
Bibliografia	348
Spiegazione delle figure	350

1. Introduzione.

Nella rassegna microscopia d'una serie di sezioni di testicolo di *Lacerta muralis* MERR. adulta, ha richiamato la mia attenzione la

presenza di numerose cisti parassitarie incluse nello spessore della parete tubulare, fra gli elementi dell'epitelio seminale. Caratteristico era l'aspetto della cisti più voluminose che ricordavano in modo singolare le oocisti dei parassiti malarici nelle zanzare, con relativo contenuto di germi orientati radialmente intorno a corpi residuali.

Lo studio del parassita mi ha facilmente convinto trattarsi di fasi schizogoniche d'un Telosporidio. Poichè m'è risultato che cotesta forma — alla quale assegno provisoriamente la designazione generica e specifica di *Orcheocystis lacertae* — non è stata finora descritta nè osservata da altri, credo opportuno, sabbene i miei reperti non si estendano all'intero suo ciclo biologico, di illustrarla con la presente memoria: ciò anche in considerazione che, escluse le Emogregarine, ben poco noti sono a tutt'oggi i Telosporidi parassiti dei Rettili e che quello in parola presenta nella sua evoluzione schizogonica una cospicua somiglianza con alcune forme — del gruppo degli Aggregatari —, le quali negli ultimi tempi hanno destato particolare interesse, sia dal punto di vista morfologico, sia da quello biologico, per i loro caratteri promiscui di Gregarine e di boccidi. Aggiungasi che dai presenti reperti emergono dati di qualche importanza generale per la dottrina delle cellule e dei nuclei poli-energidi, per quella della formazione nucleare libera, per quella infine del dualismo cromatico nei Protozoi.

2. Localizzazione ed effetti del parassita sulla parete dei tubuli seminiferi.

Qualche notizia dapprima sulla struttura della parete dei tubuli testicolari d'*Lacerta*.

Il testicolo parassitato si trovava in piena attività spermiogenetica. Le mie osservazioni circa la sua struttura istologica coincidono in massima con quelle già note del TELLYESNICZKY (50) e del POLICARD (34). La parete dei tubuli consta essenzialmente d'un epitelio seminale pluristratificato che tappezza il lume centrale e di una sottile tunica propria o membrana basale su cui riposa l'epitelio medesimo: l'involucro tubulare esterno è appunto costituito da cotesta membrana. L'epitelio seminale risulta di più strati sovrapposti d'elementi in varia fase evolutiva: dalla periferia verso il lume, trovansi in ordine successivo gli spermatogoni, gli spermatociti, gli spermatidi e da ultimo gli spermatozoi definitivamente costituiti, de quali molti sono liberi nel lume centrale. Le cellule dell'epitelio germinate giacciono immerse in un sincizio sertoliano: i grossi nuclei di questo

risiendono profondamente, dietro la linea degli spermatogoni, presso la tunica propria. In un suo studio sulla spermatogenesi degli Amnioti, BENDA (3) nota che, in *Lacerta*, difficilmente è riconoscibile il corpo delle singole cellule del SERTOLI: in proposito io propendo per l'opinione del POLICARD — opinione, del resto, generalizzata fra gli autori in base anche a reperti sul testicolo d'altri Vertibrati —, che a ciascun nucleo del SERTOLI non corrisponda un definito territorio citoplasmatico, e che l'individualità delle cellule sia completamente venuta meno in seguito alla loro fusione in un vero e proprio sincizio. Questo, essendo dotato di grande attività secretoria, costituirebbe un eccellente substrato trofico per lo sviluppo degli elementi seminali.

Di solito i parassiti nelle fasi primordiali della loro evoluzione giacciono nell'epitelio profondamente, al livello degli spermatogoni, presso la tunica propria; ben presto però si spostano verso il lume tubulare: di modo che la maggior parte dell'accrescimento ed i fenomeni schizogonici si svolgono piuttosto alla superficie presso la zona degli spermatidi e degli spermî; ma spesso interessata è anche la zona degli spermatociti. Le cisti, specialmente le maggiori, non rimangono quasi mai completamente circondate dalle cellule seminale; con una porzione della loro superficie, circa un terzo, fanno di solito sporgenza nel lume tubulare.

Stabiliti i rapporti di posizione delle cisti coll'epitelio dei tubuli seminiferi, occorre ora precisare se il parassita debba considerarsi di natura intercellulare od intracellulare.

Tenendo presenti i dati concordemente emersi dalle osservazioni degli ultimi anni sui caratteri dei parassiti citozoici od intracellulari e soprattutto sulle alterazioni che la loro presenza provoca in seno alle cellule ospiti, risulta non dubbia la natura citozoica della specie in questione.

È regola quasi generale che la penetrazione e l'accrescimento d'un parassita citozoico — Gregarina o Coccidio — nella cellula ospite, determinati in questa, come prima reazione, una più o meno pronunciata ipertrofia del corpo citoplasmatico e del nucleo. Coll'aumentare delle dimensioni del parassita, il corpo citoplasmatico della cellula ospite gradualmente regredisce fino a ridursi ad uno strato sempre più sottile che da ultimo circonda il parassita stesso a guisa d'involucro cistico: nel frattempo il nucleo ipertrofico ma normalmente costituito, viene respinto alla periferia, ove, assumendo una caratteristica forma „en croissant“, rimane a lungo incluso in un ispessimento dell'involucro come moleo cistico o parietale. Jase

risolutiva è quella della completa atrofia e della conseguente distruzione della cellula parassitata. Mentre alcuni autori spiegano cotesti fenomeni come esclusivamente dipendenti da una perturbazione meccanico-chimica esercitata dal parassita verso la cellula ospite, lo SIEDLECKI (45 e 47) è giunto a formulare un elegante interpretazione prettamente fisiologica in base alla nota dottrina (R. HERTWIG) della correlazione nucleoplasmatica. Secondo lo SIEDLECKI il rapporto diretto costante e necessario, fra il volume del nucleo e quello del corpo citoplasmatico d'un dato elemento viene a modificarsi in seguito alla penetrazione d'un parassita recante con sè una nuova quantità di citoplasma e di sostanza nucleare. Le osservazioni dell'A, in *Lankesteria ascidicae* mostrano che tal fatto determina nella cellula ospite un complesso di condizioni per le quali rimangono profondamente modificati i normali processi del ricambio e dell'accrescimento: consta cioè che i rispettivi fenomeni metabolici dei due simbiotici si svolgono secondo una stretta interdipendenza, influenzandosi questi a vicenda; e che, in ultima analisi, parassita e cellula ospite, complessivamente considerati, costituiscono un vero e proprio sistema unico, un nuovo individuo fisiologico dominato da nuovi rapporti nucleoplasmatici, dalle cui regolazioni evidentemente dipendono alcune delle particolarità morfologiche dei due componenti. L'ipertrofia nucleare della cellula parassitata, ad esempio, va posta in relazione coll'enorme accrescimento della massa citoplasmatica del parassita.

Senza voler discutere l'interpretazione dello SIEDLECKI, la quale certo si presta ad una seria considerazione, mi limito a ripetere che, nel caso in nostro esame, non manca alcuna delle fasi tipiche da cui è caratterizzata la natura d'un parassita intracellulare. Nulla mi consta circa i primissimi stadi di penetrazione nella cellula ospite. I parassiti più giovani, quelli nel periodo iniziale di accrescimento, ho riscontrati tra la folla delle cellule germinali, quasi sempre in prossimità della tunica propria tubulare, costantemente inclusi entro zone di citoplasma omogeneo, jalino, poco colorabile (fig. 1). Spesso in tali zone sono presenti, oltre alla giovane parassita, uno o più nuclei ipertrofici ed ipercromatici che, a parte le dimensioni maggiori, ricordano nella struttura quelli quiescenti degli spermatozoni e degli spermatociti. Evidentemente siffatte isole citoplasmatiche, la cui esistenza è senza dubbio anomala e sempre connessa alla presenza d'un parassita, si costituiscono dietro l'azione ipertrofizzante esercitata da questo sul corpo cellulare di una o — come starebbe ad indicare la pluralità dei nuclei — di più cellule parassitate secondaria-

mente fuse. Ricordo in proposito che SIEDLECKI (46) ha osservato come l'influenza di *Caryotropha mesnili* — Coccidio parassita intracellulare degli spermatogoni e degli spermatidi del Polichete *Polymnia nebulosa* — non si limiti alla sola cellula infetta: anche gli spermatogoni dello stesso gruppo cui quella appartiene sono stimolati ad un rapido accrescimento e talora, non solo s'ipertrofizzano, ma si fondono con la cellula parassitata. I nuclei, pure ipertrofizzati, giacciono dapprima distinti, poi si raggruppano in varie guise, finché da ultimo s'fondono anch'essi. Si arriva così alla costituzione d'una cellula gigante con un nucleo gigante.

Alla fase sopra descritta segue quella rappresentata in fig. 2. Il parassita, le cui dimensioni sono considerevolmente aumentate, è contenuto entro il corpo d'una cellula ospite gigante. La massa citoplasmatica di questa, massa a struttura nettamente vacuolare, trovasi confinata quasi nella sua totalità presso il polo apposto a quello occupato dal parassita: soltanto un'esilissima lamina di citoplasma circonda completamente il parassita costituendogli intorno una sorta di involucro che persisterà per tutta la durata della sua evoluzione. Tra il parassita ed il corpo dell'ospite, tanto in questa quanto nelle fasi successive, si nota costantemente uno spazio più o meno ampio, che non so se debba considerarsi come normale o come provocato dall'azione dei reagenti. Il grande nucleo ipertrofico della cellula ospite è contenuto presso il polo in cui trovasi localizzata la massa citoplasmatica. Talora i nuclei sono due, di rado più. Di solito cotesti nuclei si presentano allungati e falcati („en croissant“), con il margine concavo volto verso il parassita, e mostrano una spiccata elettività per i colori basici: le loro dimensioni, sensibilmente superiori a quelle dei nuclei degli spermatozoni e degli spermatociti corrispondono pressoché a poco a quelle dei nuclei sertoliani. In conclusione i caratteri della cellula ospite nello stadio ora descritto corrispondono perfettamente a quelli segnalati da un numero di autori per cellule parassitate da vari Coccidi e de Gregarine: compaleta ad esempio, è la corrispondenza con la figura del MOROFF (33, pg. 135, fig. Z) di una cellula intestinale di mollusco parassitata da *Aggregata spinosa*. Anche in questo caso, come in quelli da me osservati, si costituisce nella cellula, intorno al parassita, uno spazio più o meno ampio che il MOROFF ritiene sicuramente normale e riempito da un liquido¹⁾. Le figure 3, 4, 5, 6 e seguenti mostrano le

¹⁾ Nell'epitelio dei tubuli testicolari di *Lacerta*, TELLYESNICZKY (50) dice d'aver talora osservato elementi, spesso plurinucleati, di sorprendente grandezza („Riesenzellen“). Tali cellule giganti, cui secondo l'A., non sarebbe riservata alcuna

ulteriori modificazioni che subisce la cellula ospite in seguito all'accrescimento del parassita. Il corpo citoplasmatico della medesima, mentre soggiace ad una continua regressione, assume una struttura nettamente lamellare ed il tanto che ne rimane si differenzia in un vero e proprio involucro cistico circondante il parassita; involucro che a lungo conserva un ispessimento polare in cui è contenuto un grande nucleo parietale, lentiforme, con membrana fortemente ispessita, con nucleoli e granulazioni cromatiniche: si tratta eridentemente del nucleo ipertrofizzato della primitiva cellula ospite. Esso si mantiene invariato nelle dimensioni e nella struttura — sempre contenuto entro un ispessimento lamellare dell'involucro — durante le fasi schizogoniche che descriverò in seguito; da ultimo però termina col regredire fino a scomparire completamente; tanto che nello cisti nature non se ne osserva più traccia.

Stabilito che il parassita in esame deve considerarsi come intracellulare, rimane da precisare la natura delle cellule parassitate. Lo strato epiteliale della parete dei tubuli testicolari consta di cellule appartenenti a due categorie distinte: cellule seminali e cellule sertoliane. Il parassita si sviluppa a spese delle prime o delle seconde? Nonostante ripetute osservazioni a me difettano criteri per formulare una risposta esauriente, tanto più che non mi è stato possibile, come dissi, incontrare le fasi primitive della penetrazione del parassita nell'elemento ospite. I caratteri delle cellule ospiti e dei loro nuclei, dopo iniziato l'accrescimento del parassita, non servono certo ad illuminare in proposito: si tratta, come s'è visto, di elementi ipertrofici profondamente modificati dietro l'influenza d'un corpo estraneo; nè quindi è possibile stabilire la loro natura originaria. Nemmeno la caratteristica localizzazione del parassita nella spessore epiteliale dei tubuli serve a fornire qualche indizio preciso, perchè le cellule germi-

funzione specifica, si costituirebbero occasionalmente in seguito ad un enorme accrescimento di cellule del Sertoli, accrescimento accompagnato da ripetute divisioni nucleari dirette. Il loro corpo citoplasmatico presenta una costituzione molto varia. Caratteristico è l'esempio, dall'A. illustrato a pag. 318 in fig. 8, di una cellula gigante in cui la maggior parte del plasma è trasformato in un corpo vascolare che ha respinto i nuclei verso un polo. Sotto certi punti di vista questa figura ricorda molto le immagini da me osservate di cellule testicolari parassitate, in uno stadio in cui ancora non sia completa l'involutione del corpo citoplasmatico. Tale forse è l'interpretazione da darsi alle cellule giganti del TELLYESNICZKY? La cosa mi sembra molto probabile, tanto più che da mio canto, al di fuori degli elementi parassitati, non ne ho riscontrato altri, nell'epitelio seminale di *Lacerta*, che possano paragonarsi ai giganteschi di TELLYESNICZKY e che questi stesso definisce la loro presenza come occasionale.

nale giacciono immerse in un sincizio sertoliano e tanto le prime quanto il secondo possono costituire un eccellente substrato per lo del parassita stesso. Il fotto, peraltro, che le zone citoplasmatiche sopra descritte, nelli quali si rinvencono è più piccoli e più giovani parassiti, comprendono uno o più nuclei corrispondenti per l'aspetto generale, sebbene ipertrofici ed ipercromatici, ai nuclei quiescenti degli spermatogoni e degli spermatociti, porterebbe a ritenere — così mi sembra — che gli elementi parassitati siano di natura seminale.

3. Fasi dell'evoluzione schizogonica.

Stabilita la localizzazione del parassita nella parete epiteliale dei tubuli seminiferi, passo a descrivere, secondo il loro succedersi, le varie fasi di accrescimento e di moltiplicazione. Ho ragione di credere, come apparirà dalla esposizione dei fatti, che l'insieme di tali fasi costituisca un vero e proprio processo schizogonico; quindi nella descrizione adotterò una terminologia appropriata.

Il testicolo parassitato faceva parte di un materiale allestito per studi sul sistema cromaffine: all'aspo era stato fissato con la miscela liquido di MÜLLER e formolo comunemente in uso per simili ricerche. Le sezioni, d'uno spessore di $10\ \mu$ ciascuna, erano state praticate serialmente e comprendevano l'organo intero: in parte erano state colorite con carmallume ed indigocarmino, in parte con ematossilina EHRLICH ed eosina.

Già ho avvertito che mi mancano dati sulla penetrazione del parassita entro la cellula ospite. Una delle primitive fasi osservate, certamente da riferirsi al perivdo iniziale dell'evoluzione del parassita stesso, è quella rapresentato in fig 1. Si tratta di un elemento rotondeggiante, del diametro di $8-9\ \mu$, immerso in una zona plasmatica pallida, dell aquale soltanto in alcuni punti si distinguonos i limiti. Impiegando adeguati ingrandimenti, non à difficile scorgere tra gli elementi seminali delle prime fasi spermiogenetiche coteste isole plasmatiche contenenti simili stadi primitivi, i quali per il loro sapetto richiamano givoani oociti di taluni belenterati. Il corpo citoplasmatico ha una forma rotondeggiante e, se pure non è nudo, deve appena possedere un involucro esilissimo: presenta una struttura omogenea, pulverulenta, e dimostra per le sostanze coloranti un' affinità prevalentemente acidofila. Caratteristico è il nucleo sferico, centrale, del diametro di $4\ \mu$ circa. Potrebbe riferirti ain uclei del tipo „vescicolare“, comune nei Protozoi (v. DOFLEIN 8, „bläschenförmigen Kerne“), se fosse rivestito da una membrana, ma di questa

non esista traccia qualsiasi tanto nella presente quanto nella fasi successive dell' accrescimento. E' noto, del resto, che in più casi, nei Protozoi, il nucleo si presenta completamente sprovvisto di involucro. Evidentemente ci troviamo innanzi ad una forma delle più semplici e primitive di individualizzazione nucleare: si tratta cioè d'un „Karyosomkern“ tipico, secondo la nomenclatura degli autori tedeschi, odi un „protokaryon“ se vogliamo seguire quella proposta dallo CHATTON (6). Tutta la cromatina, la linina e la plastina trovansi riunite in un unico corpo rotondeggiante, intensamente tingibile — il cariosoma —, separato dal citoplasma mediante una zona amorfa di succonucleare, (nucleenchilema), la così detta „Kernsaftzone“: in alti termini gli elementi nucleari essenziali si trovano concentrati nel cariosoma, che di per sé stosso, astraendo dalla zona di succo nucleare, potrebbe considerarti come il vero nucleo; ciò che è confermato dal suo ulteriore comportamento nelle fasi che descriverò in seguito. Per quanto mezzi tecnici impiegati non mi permettano un' affermazione recisa, tuttavia cotesto comportamento lascia supporre che nel cariosoma, conformemente a quanto ritiene norma costante la scuola di HARTMANN per i nuclei del tipo descritto, sia compreso un corpuscolo centrale o centriolo.

I caratteri del parassita non variano molto durante le successive fasi dell' accrescimento. In fig. 2 ho rappresentato uno statio alquanto più avanzato di quello precedentemente descritto. Sono evidenti nella figura i rapporti del parassita con la cellula ospite ipertrofizzata, in cui quasi la totalità del corpo citoplasmatico, contenente il nucleo pure ipertrofico, è respinta presso un polo: polo opposto è occupato dal parassita. L'esile lamina citoplasmatica che si estende a circondare quest' ultimo — rinanendo però fra l'una e l'altro uno spazio libero —, costituirà l'involucro cistico definitivo. A parte le accrescite dimensioni, il parassita non presenta notevoli varianti nei suoi caratteri complessivi. Il corpo citoplasmatico comincia a manifestare una spiccata tendenza alla vacuolizzazione. Il nucleo nella figura si presenta spostato alquanto perifericamente, ma nella maggioranza della fasi corrispondenti giace in posizione centrale. La sua forma è più o meno rotondeggiante, ovalare o lenticolare; talora ameboide. Per quanto in nessun caso sia riconoscibile l'esistenza d'una membrana nucleare nettamente differenziata, risulta evidente la separazione della „Kernsaftzone“ dal corpo citoplasmatico. Il cariosoma, alquanto accresciuto nelle dimensioni, giace centralmente o spostato alla periferia della „Kernsaftzone“.

Nelle fasi successive poche varianti meritano speciale attenzione.

Intorno al parassita si costituisce un vero e proprio involucro cistico, il cui differenziamento procedd a spese della cellula parassitata, come si rileva dalla fig. 3. È quivi rappresentata una fase d'accrescimento avanzata, di poco anteriore al periodo moltiplicativo schizogonico che descriverò in seguito. Il parassita, che ha raggiunto cospicue dimensioni (diametro del corpo cellulare circa μ 37, diametro nucleare circa μ 15), rimane separato dagli elementi seminati in varia fase citogenetica, mediante un involucro laminare provvisto un polo ispessito di un nucleo parietale ipertrofico e lentiforme. La successione delle varie fasi attraverso le quali si costituisce tale involucro dimostra come esso rappresenti, in ultima analisi, un residuo e un prodotto di regressione della cellula parassitata, la quale, nello stadio rappresentato dalla fig. 2, era ancora munita d'un cospicuo corpo citoplasmatico. Evidentemente l'accrescersi del parassita determina in seno alla cellula l'atrofia del corpo citoplasmatico, di cui la parte residuale riene respinta alla periferia sotto forma di esile rivestimento a struttura lamellare. In quanto riguarda lo schizonte, va rilevato il progressivo processo di vacuolizzazione del suo corpo citoplasmatico. Il nucleo giace più o meno centralmente e presenta sempre la solita struttura, nonostante le accrescite dimensioni. Non è da escludere peraltro che, durante l'accrescimento, il cariosoma subisca qualche variazione ciclica (comune del resto nei Protozoi), con periodica rarefazione e concentrazione dei suoi componenti. Specialmente nelle fasi più avanzate, ho infatti osservato nella zona di succo nuclare, oltre al cariosoma, qualche nucleolo di natura certamente plastinica. Neppure escludo che abbia luogo, da parte del cariosoma, un'eliminazione di sostanza cromatica, con consecutivo passaggio di questa nel corpo citoplasmatico.

Raggiunto lo stadio sopra descritto, si iniziano le fasi della schizogonia, le quali si svolgono per intero entro l'involucro cistico. Il grande nucleo parietale si mantiene invariato nelle dimensioni e nella struttura ancora per lungo tempo, sempre rimanendo compreso in un ispessimento dell'involucro stesso (figg. 4 e 6); ispessimento che peraltro si riduce progressivamente: ma negli ultimi stadi cotesto nucleo cistico regredisce a poco a poco, finchè termina con lo scomparire completamente.

I fenomeni preliminari del processo schizogonico si iniziano con uno spostamento del nucleo, nel corpo citoplasmatico del parassita, verso la periferia. Nello schizonte rappresentato in fig. 4 cotesta migrazione è terminata, col risultato che il nucleo trovasi confinato a delimitare completamente un polo del parassita. In seguito a

rifatta caratteristica orientazione, il nucleo stesso ha perduto la forma primitivamente rotondeggiante, per assumere quella d'una specie di cappa applicata polarmente alla superficie del corpo citoplasmatico. L'immagine presenta una perfetta corrispondenza con quella fornita dal MOROFF (33, pg. 105, fig. I) di un' *Aggregata* maschile, dell'intestino di *Sepia*, all'inizio del periodo della moltiplicazione nucleare conducente alla microgametogenesi: anche quivi il grande e pallido nucleo, opportunamente designato dall'A. come „kappenförmig“, è totalmente spostato alla periferia del parassita ove costituisce una sorta di cappuccio al di sopra del citoplasma. Simile disposizione assume il nucleo all'inizio della sporogonia anche in *Rhytidocystis*, parassita di *Ophelia*, secondo BEAUCHAMP (2, pg. 43 fig. A 7 e Taf. 12 figg. 23 - 25). Nel nostro caso man al solito una membrana nucleare; la zona nucleoenchilematica si presenta sempre omogenea, talora con qualche plasmosoma; il cariosoma ha raggiunto le massime dimensioni. Ognora più pronunciate diviene la costituzione vacuolare del corpo citoplasmatico; anzi in questa, come in fasi successive (figg. 4, 5, 6) non infrequenta è la presenza di uno o di più vacuoli giganteschi che possono determinare una vera deformazione del contorno citoplasmatico. Durante la schizogonia la vacuolizzazione del citoplasma coincide con la presenza, nelle maglie di questo, di granulazioni basofile verosimilmente di derivazione nucleare; ciò che spiega come in seguito — secondo quanto descriverò — si possano costituire dei cumuli cromidiali, da cui deriva una e propria formazione libera di nuclei trofici nell'interno dello schizonte. Anche alla presenza di elementi cromidiali nel corpo citoplasmatico deve riferirsi il differenziamento di materiali di riserva durante la schizogonia.

Il fenomeno schizogonico iniziale si svolge mediante una singolare maniera di divisione nucleare multipla, sulla quale credo di richiamare in particolar modo l'attenzione, poichè, da qualche caso consimile già osservato in altri Protozoi, HARTMANN ha fatto punto di partenza per l'elaborazione della sua recente dottrina dei nuclei polienergidî. La cosa riguarda soprattutto il comportamento del cariosoma, il quale si divide più volte in un numero di cariosomi secondari, aquanto pare per una sorta di gemmazione multipla, senza che alla divisione partecipi la zona di succo nucleare e, tanto meno, il corpo citoplasmatico della schizonte. La fig. 5 rappresenta una fase in cui tale divisione si è già effettuata. La cappa nucleare nel frattempo ha continuato, riducendosi in spessore, ad estendersi sempre più alla superficie dello schizonte. Entro la zona nucleo-

enchilematica si distinguono sei corpi sferici (cariosomi secondari) derivati dalla divisione dell'unico e primitivo cariosoma. Essi si caratterizzano per una sensibile diminuzione di colorabilità rispetto al cariosoma originario; diminuzione la quale andrà accentuandosi sempre più nei prodotti delle ulteriori divisioni. Come appresso dimostra la fig. 6, cotesti corpi hanno continuato a moltiplicarsi attivamente (per promitosi) aumentando in numero, senza che alla loro divisione abbia partecipato affatto la zona di succo nucleare, la quale peraltro la seguito ad estendersi lungo la superficie dello schizone ed a ridursi ancora in spessore. All'aumento numerico dei cariosomi secondari, corrisponde una diminuzione del loro volume e della loro colorabilità: seguendo essi inoltre la diffusione periferica della zona nucleoenchilematica, tendono a distribuirsi in serie marginale presso la superficie del parassita. Uno stadio più avanzato rappresenta la fig. 7: quivi, per opera ulteriori processi divisorii, si è costituito alla superficie dello schizonte un numero di nuclei secondari. La zona nucleoenchilematica, dopo essere divenuta sempre più sottile in seguito alla sua estensione su tutta la superficie dello schizonte, si è infine suddivisa in parecchie piccole aree, ciascuna comprendente uno dei cariosomi prodotti nel modo descritto. Si addiverte con ciò ad una vera e propria divisione nucleare multipla e al definitivo differenziamento d'un numero di nuclei secondari, ognuno rappresentato da un cariosoma poco colorabile con relativo ristretto alone di succo nucleare, mancante questo al solito li membrana. Tali nuclei si presentano più numerosi e ravvicinati presso il polo di origine, mentre diminuiscono in numero lungo la periferia, verso il polo opposto: ciò che è facilmente spiegabile, quando si conosca il processo per cui i nuclei stessi si sono originati. Durante le fasi descritte, il corpo citoplasmatico dello schizonte, non solo rimane indiviso, ma continua ad accrescere e a manifestare sempre più evidente una struttura vacuolare.

Avvenuta la loro individualizzazione ed il loro ordinamento alla periferia dello schizonte, i nuclei secondari, continuano a moltiplicarsi attivamente rimanendo sempre localizzati presso la superficie, mentre che perdono ancora della loro cromaticità; infatti, in un caso estremo, è appena possibile discernarli nella massa del citoplasma.¹⁾

¹⁾ Tale reperto coincide con quanto viene segnalato nella gametogenesi e nella schizogonia di parecchi Sporozoi: all'inizio, cioè, del periodo moltiplicativo, il nucleo o i nuclei del parassita perdono quasi completamente la loro colorabilità con le sostanze basiche, colorabilità che poi i nuclei figli riacquistano in grado molto intento, allorché i processi sopradetti hanno raggiunto uno stadio avanzato.

Coteste divisioni sembrano non esercitare alcuna manifesta influenza sul corpo citoplasmatico, il quale, non solo persiste indiviso ed inalterato nella sua struttura, ma continua, ad accrescere sensibilmente. Caratteristica è la fase più volte descritta anche nell'evoluzione di parecchi altri Sporozoi, quando lo schizonte, munito d'una serie regolare di nuclei periferici, ricorda straordinariamente lo stadio — proprio dello sviluppo di molti Artropodi — d'un blastoderma superficiale differenziato intorna all'uovo. A proposito di ciò, notevole è la coincidenza, certo non priva di significato, che, come nel caso dei Protozoi, così in quello degli Artropodi, i nuclei superficiali si colorano con estrema difficoltà, circa nella stessa misura del plasma che li circonda. La fig. 8 riproduce una delle fasi sopradette: i nuclei, poco distinti, giacciono ciascuno in una prominenza della superficie. Questo è il momento in cui essi presentano il massimo grado di decolorazione. Mostrano anche una speciale struttura, differente da quella degli stadi successivi: constano, cioè, d'un alone più o meno lenticolare di succo nucleare, sprovvisto come sempre di membrana, entro cui è contenuto, non un cariosoma decisamente individualizzato, ma una specie di agglomerato cromidiale a limiti indefiniti, di solito anch'esso più o meno lentiforme.

Superato cotesto stadio, i nuclei, mentre seguitano a moltiplicarsi, assumono di nuovo progressivamente un'intensa colorabilità. Essi aumentano numericamente alla superficie dello schizonte fino a costituire una serie marginale ininterrotta; quindi, sempre moltiplicandosi, tendono ad invadere anche l'interno del corpo citoplasmatico, il quale frattanto continua ad accrescere. L'approfondamento dei nuclei si effettua per opera d'un numero d'invaginazioni che, della superficie dello schizonte, s'introflettono verso l'interno: poichè i margini delle stesse sono tappezzati di nuclei, consegue che questi vengono trasportati ed introdotti passivamente nella massa citoplasmatica (fig. 9). La loro attività promitotica frattanto non s'arresta, come si osserva nella figura: allo stato di riposo si presentano sotto forma di corpi rotondeggianti, più o meno granulosi, nettamente individualizzati e ben colorabili, sprovvisti da ora in poi di qualsiasi traccia di alone nucleoenchilematico.

Nelle fasi successive le invaginazioni, in seguito al loro approfondirsi, vengono ad un reciproco incontro nell'interno dello schizonte: in pari tempo si saldano i loro margini presso la zona periferica del medesimo. Con ciò la massa citoplasmatica rimane suddivisa in un numero di cordoni e di isole tappezzati di nuclei piccoli, granulosi, sprovvisti di membrana, intensamente colorabili: una serie

continua di nuclei è inoltre ordinata perifericamente alla superficie del parassita (fig. 10). Immagini simili a quella indicata sono state osservate nell'evoluzione di parecchi Sporozoi; ma singolarmente precisa è la corrispondenza con alcune fasi della schizogonia e della gametogenesi degli Aggregatari (vedi ad esempio LÉGER-DUBOSCQ 27 Taf. 6, fig. 32 e MOROFF 33 pg. 38, fig. B). La massa citoplasmatica, nel frattempo, continua ad aumentare in dimensioni.

Raggiunto lo stadio descritto, dopo che i nuclei hanno ancora proseguito a moltiplicarsi divenendo sempre più piccoli e più colorabili, il processo di divisione multipla termina coll'esaurirsi e concesso cessa l'accrescimento del parassita: questo allora ha raggiunto le maggiori dimensioni (diametro di circa μ 60—65) ed è trasformato in una massa plasmodiale di isole e di cordoni citoplasmatici tappezzati di piccoli nuclei. È da questo istante che s'inizia la differenziazione degli schizoi.

Ciascun nucleo diviene centro di differenziamento e d'individualizzazione d'uno schizoite. Il fenomeno si manifesta simultaneamente in tutti le parti del parassita, ma in special modo si presta all'osservazione in corrispondenza della zona superficiale. Si constata quivi che, al disopra di ciascun nucleo, viene a costituirsi una sorta di gemma o di calotta, d'un plasma chiaro, jalino ed omogeneo, la quale tende a sporgere e ad accrescere verso l'esterno. Si forma così alla superficie dello schizonte una serie continua di piccoli lobi ravvicinati e separatifra loro da solcature profonde, ciascuno nel territorio d'un nucleo („stade de perlage“, „Perlenstadium“, fig. 11). Cotesti lobi, caratterizzati della speciale struttura omogenea del plasma di cui constano, giacciono direttamente connessi alla massa citoplasmatica ancora indifferenziata e comprendono ognuno un nucleo giacente presso il livello della loro inserzione. Anche siffatto stadio trova un corrispondente nell'evoluzione di parecchi Sporozoi, particolarmente nella schizogonia e nella gametogenesi degli Aggregatari (vedi LÉGER et DUBOSCQ 27 Taf. 6, fig. 35 e MOROFF 33 pg. 112, fig. N 1 e pg. 118, fgg. O 1 e P).

A poco a poco l'abbozzo e l'individualizzazione dei singoli schizozoi si rendono sempre più manifesti, specialmente alla periferia dello schizonte, mercè un progressivo approfondimento delle incisure marginali. Naturalmente cotesta individualizzazione procede a spese del primitivo citoplasma sinciziale; finchè da ultimo si arriva al definitivo differenziamento degli schizozoi. Da ciascuna isola citoplasmatica si costituisce cioè un gruppo di germi, i quali, mediante la loro estremità prossimale acuminata, rimangono impiantati

radialmente intorno a masse sferoidali di plasma e di sostanza cromatica residuali (figg. 12, 14 e 15). Ho già precedentemente accennato all'esistenza di formazioni cromidiali più o meno diffuse nel corpo della schizonte durante la sua evoluzione (figg. 10 e 11 c.). Aggiungo ora come l'esame accurato di moltissime fasi mi abbia condotto alla convinzione che non tutti i nuclei della massa plasmoidale partecipino alla formazione degli schizozoiti: alcuni della zona interna invece sembrano subire una sorta di polverizzazione con successiva dispersione del loro materiale nella massa plasmatica. Si nota poi che, nella fase piuttosto avanzata, per un'ulteriore concentrazione di cotesto materiale diffuso, si costituiscono alcuni grossi agglomerati cromidiali nucleiformi intensamente basofili, ben distinguibili, per le cospicue dimensioni, dei nuclei degli schizozoiti in via di differenziamento. Negli ultimi stadi della individualizzazione degli schizozoiti, simili aggregati cromidiali si rinvencono ciascuno entro una delle masse di plasma residuale; di modo che, come dimostra la fig. 14, tali masse residuali, con il loro contenuto nucleoidale, assumono l'aspetto di grossi elementi, vere cellule nutritive (questo sembrami il loro significato), intorno alle quali rimangono applicati radialmente con le estremità acuminate gli schizozoiti vicini alla definitiva costituzione. Nelle cisti, prossime a maturità, il contenuto è appunto rappresentato da un numero di coteste grandi pseudo-cellule circondate da achizozoiti.

In uno stadio successivo, le masse di plasma residuale, che costituiscono il corpo delle cellule nutritive, vengono completamente riassorbite; rimangono allora soltanto i cumuli cromidiali nucleiformi, intensamente tingibili, cui aderiscono direttamente gli schizozoiti (figg. 12 e 15). Da ultimo anche tali cumuli regrediscono e scompaiono: gli schizozoiti, completamente differenziati, finiscono perciò col trovarsi liberi nell'interno dell'involucro cistico, il quale in uno stadio estremo non mostra più traccia di contenuto residuale. Avvenuto il completo riassorbimento del plasma e della sostanza nucleare residuali, gli schizozoiti entro la cisti si rinvencono di solito, parte ordinati radialmente alla periferia e ravvicinati a costituire una serie continua sotto l'involucro, parte isolati o giacenti in fasci nell'interno (fig. 13). Nelle cisti più avanzate, infine, trovansi dispersi entro la cavità, isolati o in fasci, senza un orientamento determinato.

Gli schizozoiti allo stato definitivo (fig. 16) si presentano come elementi allungati, pallidi, più o meno arcuati, con un'estremità rotondata, l'altra — quella mediante la quale aderivano ai corpi

residuali durante il loro differenziamento — affilata: misurano 15—18 μ die lunghezza, 2—2 $\frac{1}{8}$ die larghezza. Ciascuno contiene un nucleo intensamente colorabile coi colori basici, ovalare o rotondo occupante tutta la larghezza dell'elemento e situato presso il livello medio della lunghezza del medesimo. A forte ingrandimento il corpo citoplasmatico rivela una delicata struttura alveolare: il nucleo è sprovvisto di membrana e risulta costituito da un complesso di grumi cromatici più o meno strettamente ravvicinati. Sia per la conformazione generale, sia per la natura schiumosa del citoplasma e per la struttura nucleare, siffatti germi rassomigliano molto agli agameti, di parecchi Sporozoi, particolarmente ai meroviti femminili di *Cyclospora caryolytica* sec. SCHAUDINN (38) con i quali coincidono anche nel differenziarsi, per la loro caratteristica disposizione intorno al corpo residuale.

Nessun dato formiscono le mie osservazioni circa il destino delle cisti mature e degli schizozoiti in esse contenuti. Nei molti casi avuti in esame, le cisti mature sporgono ampiamente con una larga porzione della loro superficie entro il lume dei canalicoli testicolari, con la rimanente, rimangono sempre aderenti all'epitelio seminale. Nei miei preparati, annessi al testicolo parastitato, si trovano l'epididimo e il deferente ripieni di spermii. Esaminata minuziosamente la serie completa delle sezioni per riconoscere se entro il lume di tali condotti, fra gli spermii, esistessero cisti mature o schizozoiti liberi, non ho ottenuto risultati positivi. Soltanto in un pajo di casi, entro il lume di tubuli testicolari, ho riscontrato gruppi di schizozoiti liberi non lungi da cisti mature con involucro frammentato; mi mancano peraltro elementi per affermare se la fuoriuscita di cotesti germi sia stata spontanea ed accidentale.

4. Sulle probabili affinità e posizione sistematica del parassita (*Orcheocystis lacertae* nov. gen., nov. spec.).

Le fase descritti in precedenza evidentemente non comprendono l'intero ciclo biologico del parassita; ciò non ostante bastano ad indicare la sua indiscutibile natura d'Tolosporidio. L'identificazione si presenta però non scevra di difficoltà quando si voglia stabilire a quale reparto dei Telosporidii debba riferirsi il parassita stesso. Non o ha dubbio che le fasi osservate mostrano più o meno notevoli coincidenze — talora somiglianze evidentissime — con stadi della schizogonia della gametogenesi e della sporogonia di Coccidi, di

Emogregarine, di Emosporidî, di Gregarine¹⁾: e perciò la loro interpretazione, come pure l'identificazione sistematica del parassita, si prestano ai più svariati apprezzamenti. Tuttavia, in base a parecchi confronti e ad un numero di considerazioni, alcune troppo ovvie, che stimo superfluo riferire dettagliatamente, sono stato condotto ad escludere, credo con molta fondatezza, che la forma in esame possa senza riserve riferirsi ad alcune dei gruppi suddetti. Ma poichè, fra i Telosporidî, taluni pochi boccidi sono stati osservati nel testicolo dei Vertebrati, toma opportuno qualche confronto in proposito.

Una prima specie — *Coccidium sardinae* — venne descritta nel 1889—90 dal THÉLOHAN (51) nel testicolo di sardina (*Alausa pilchardus*), sotto forma di cisti, libere nel lume dei canalicoli seminiferi, contenenti quattro spore, ciascuna con due sporozoit, impiantate in un nucleo di „reliquat“. Una seconda specie — *Gonobia colubri* — è stata poco appresso osservata in varie fasi evolutive dal MINGAZZINI (30 e 31) negli spermatoblasti, nei canalicoli seminiferi e nei deferenti dell'ofidio *Zamenis viridiflavus*. Una terza infine — *Micrococcidium caryoliticum* — è stata istituita nel 1894 dal DRÜNER (9), il quale ha voluto, non so quanto guistificatamente, interpretare come fasi d'un parassita sporozoo certe formazioni degenerative descritte da HERMANN (17) negli spermatozoni di *Salamandra*²⁾.

Un semplice esame delle relative pubblicazioni basta ad escludere che il parassita da me osservato abbia qualche cosa in comune, tanto con *Coccidium sardinae*, quanto con *micrococcidium caryoliticum*: rimane da chiarire, data l'affinità degli ospiti, se esso possa identificarti o, per lo meno, considerarsi come una forma affine al Coccidio descritto dal MINGAZZINI.

La specie *Gonobia colubri* (per la posizione sistematica del gen. *Gonobia* vedi LABBÉ 20) è statariscontrata dal MINGAZZINI, tra la fine dell'inverno ed il principio della primavera, entro i condotti deferenti, fra lo sperma, di *Zamenis viridiflavus*, sotto forma di cisti sferiche contenenti corpuscoli falciformi talora numerosi (20—30), talora pochi (7—8). Cotesti corpuscoli, muniti di un nucleo verso la metà della loro lunghezza, presentano un orientamento definito lungo i meridiani delle cisti, aderendo essi con un apice presso un polo di ma massa di plasma residuale. Le prime fasi di sviluppo

¹⁾ Osservo in proposito che le pretese forme nucleari degenerative di HERMANN ed i pretesi parassiti di DRÜNER probabilmente non sono che normalissime fasi nucleari sinaptiche degli spermatoziti; fasi che pura altra volla — prima che le moderne ricerche ci avessero illuminato sulla loco costanza e sul loco significato — vennero interpretate per degenerative.

del parassita si osservano nei canalicoli testicolari fra le cellule spermatiche. Le fasi di proliferazione coincidono esattamente col periodo inverno-primaverile d' massima attività spermiogenetica del testicolo. Quivi, fragli elimenti seminali in via di moltiplicazione, si notano i parassiti sotto forma di cellule caratteristiche per la loro rifrangenza, di dimensioni molto varie, a contorno netto, con nucleo intensamente colorabile: fra la membrana e il corpo citoplasmatico del Coccidio esiste uno spazio ligero. Dopo un periodo di accrescimento, il nucleo subisce un prozesso molto simile alla cariocinesi, mediante il quale sicostituisce un numero di nuclei figli che di dispongono perifericamente: sono questi che rappresentano i nuclei dei futuri corpuscoli falciformi. Col differenziarsi delle cellule seminali in spermatozoi, il Coccidio si distacca dalla parete Aubulare, cade nel lume dei canalicoli, passa cogli spermii nell' epididimo ed arriva infine nel dotto deferente. Durante il tragitto, a spese del corpo citoplasmatico si costituiscono i corpuscoli falciformi, i quali dapprima giacciono disposti irregolarmente, da ultimo orientati nel modo descritto.

Su questi dati il MINGAZZINI crede di stabilire, senza alcuna riserva, — mi sembra con eccessiva facilità di giudizio —, come deve svolgersi il ciclo biologico del parassita. Secondo l'A. si tratterebbe d'un Coccidio svolgente il suo ciclo in due ospiti distinti. Una fase schizogonica con produzione di corpuscoli falciformi — quella osservata — si compie nelle gonadi maschili di *Zamenis*; una presunta fase sporogonica, con formazione di spore (fase del tutto ipotetica intorno alla quale al MINGAZZINI qualsiasi osservazione diretta), si svolgerebbe nella femmina di *Zamenis*: la femmina, cioè, rimarrebbe infettata nell'atto della (? forse l'A. ha voluto intendere nell'accoppiamento); i Coccidi verrebbero inoculati nell'ovidutto; di qui passerebbero nelle uova ove compirebbero il resto del ciclo conducente alla formazione di spore; per la via delle uova si effettuerebbe la trasmissione del parassita ai discendenti della nuova generazione.

Io non intendo addentrarmi in una critica dell'ipotesi del MINGAZZINI; ipotesi, a mio avviso, non molto legittima nè giustificata dalle attuali vozioni sul ciclo biologico della generalità dei Coccidi il quale normalmente — se si escludano le Emogregarina — compiesi per intero in un medesimo ospite. Voglio soltanto stabilire come non sembri sostenibile un'identificazione od una stretta affinità del parassita da me osservato con *Gonobia colubri*. Le cisti mature di *Gonobia* rappresentate in Tav. 1, fig. 49 e 50 (31), contenenti corpuscoli falciformi definitivamente costituiti, differiscono moltissimo da quelle del parassita testicolare di *Lacerta* (vedi mia fig. 13), tanto

che si può escludere a priori un'identità delle due forme. Le circostanze che in *Gonobia* i corpuscoli falciformi sono poco numerosi, che giacciono strettamente addossati gli uni agli altri, che presentano un'orientazione definita, non corrispondano a quanto ho avuto occasione di rilevare nella mia descrizione. Mentre inoltre, nel periodo di sua permanenza entro lo spessore dell'epitelio seminale, *G. colubri* si compiono le sole fasi di accrescimento, e la schizogonia non s'inizia e non si risolve se non dopo avvenuta la caduta delle cisti nol lume dei tubuli, testicolari, durante il loro passaggio lungo i deferenti (tanto che, secondo il MINGAZZINI, le cisti mature con corpuscoli falciformi definitivamente differenziati si rinvencono esclusivamente nel tratto distale del deferenti stessi), nel caso del parassita di *Lacerta* le cisti compiono la loro intera evoluzione e maturano *in situ* prima di distaccarsi dalla parete tubulare. Aggiungasi infine, che anche la fase di *Gonobia* a nuclei multipli rappresentata in Tav. I. fig. 48, non coincide nei dettagli e nello svolgimento con la fase analoga del parassita di *Lacerta*. Tutto ciò conferma dunque la non identità delle due forme.

A proposito dei reperti del MINGAZZINI merita una speciale menzione, per la corrispondenza dell'ospite con quello del parassita oggetto della presente memoria, una specie di Coccidio affine al precedente dello stesso autore, da questi rinvenuto (31) negli ovari di *Lacerta muralis* e descritto sotto il nome di *Gonobia lacertae*. Le fasi schizogoniche si svolgono entro le uova in via di accrescimento. In primavera il Coccidio, con corpuscoli falciformi completamente differenziati — corpuscoli molto numerosi, più piccoli di quelli di *G. colubri* —, si trova, non più nell'ooplasma, ma all'esterno delle uova maggiori presso il polo animale, fra il disco germinativo e la *theca folliculi*, nella zona normalmente occupata dalle cellule follicolari che in quel tratto sono audate distrutte. Il ciclo evolutivo di tale specie, secondo il MINGAZZINI, — ciclo per me non meno ipotetico del precedente — sarebbe il seguente: il Coccidio aderirebbe all'uovo anche dopo l'espulsione di questo dalla gonade; avvenuta la fecondazione, le ulteriori fasi evolutive (sporogonia?) si compirebbero nell'embrione. Sicchè nel caso presente l'infezione dei discendenti avrebbe origine materna; mentre avrebbe origine paterna nel caso di *G. colubri*.

Considerando ora che *Lacerta moralis* costituisce l'ospite comune, tanto di *Gonobia lacertae* del MINGAZZINI, quanto del parassita in nostro esame, e che entrambe le forme coincidono anche nel risiedere entro le gonadi — l'una nelle femminili, l'altra nelle maschili —,

sorge spontanea la domando se per avventura coteste forme possano riferirsi ad una medesima specie. In proposito debbo subito escludere, per lo meno, un'eventuale identità delle fasi descritte dal MINGAZZINI e di quelle da me osservate. Basta, per persuadersene, esaminare la cisti matura di *G. lacertae* rappresentata in Tav. I fig. 51 e confrontarla con quella della mia fig. 12. Se effettivamente tali figure rappresentano stadi terminali di processi schizogonici, troppo evidenti risultano le differenze, perchè sia ammissibile un'identità delle rispettive forme. Potrebbe anche supporre che l'immagine del MINGAZZINI rappresenti uno stadio sporogonico ovariale della stessa forma schizogonica da me rinvenuta nel testicolo e che la contaminazione della femmina abbia luogo in seguito al suo accoppiamento con un maschio infetto: una questo può essere una semplice ipotesi, per ora non appoggiate da alcun dato di fatto. Nonostante certe coincidenze, manca dunque qualsiasi elemento di fondatezza per la tesi d'una corrispondenza specifica dei due parassiti.

Esaurite le opportune disamine escludenti la possibilità d'un ravvicinamento delle cisti testicolari di *Lacerta* con alcuno degli Sporozoi finora descritti nelle gonadi maschili dei Vertebrati, e specialmente eliminata l'ipotesi — che poteva presentarsi più attendibile — d'un'eventuale identità con le forme di *Gonobia* del MINGAZZINI, voglio ora intrattenermi su certe constatazioni che, a mio avviso, meritano qualche considerazione discutendosi della natura del parassita in esame. Intendo cioè segnalare l'impressionante corrispondenza delle fasi da me osservate, nella loro successione, con quelle proprie dell'evoluzione schizogonica d'un gruppo di Sporozoi da poco conosciuti nella loro biologia ed attualmente assai discussi per una loro comunione di caratteri con le Gregarine da un lato, dall'altro con i Coccidiomorfi: alludo agli Sporozoi del gruppo degli Aggregatari. Non tornerà perciò inopportuna qualche notizia relativa a coteste forme.

Per dettagliate informazioni bibliografiche, storiche, sistematiche e biologiche sul genere *Aggregata*, unico rappresentante fino ad oggi conosciuto degli Aggregatari, rimando alle memorie importantissime e fondamentali di LÉGER-DUBOSCQ (27) e di MOROFF (33). Le Gregarine aggregatarie, sole fra gli Sporozoi, insieme all'Emogregarine ed agli Emosporidi — dato che questi ultimi vogliano ancora considerarsi come veri Sporozoi e non piuttosto affini ai Flagellati, conformemente alle vedute di SCHAUDINN-HARTMANN-PROWAZEK —, presentano, nella loro evoluzione, una generazione alternante con cambiamento d'ospite. Risale a LÉGER-DUBOSCQ (24, 25, 26, 27) il merito di avere scoperta e documentata

sperimentalmente la complessa biologia di tali forme, altra volta erroneamente interpretate, rivelatesi oggi tanto interessanti per i loro caratteri morfologici ed etologici. Il ciclo biologico comprende un periodo schizogonico ed uno sporogonico alternantisi in ospiti distinti: eccone in breve il decorso. L'evoluzione schizogonica si compie in Crostacei decapodi entro cisti celomiche che vennero altra volta ritenute fasi di presunte Gregarine intestinali: l'evoluzione sporogonica ha luogo in Molluschi cefalopodi con forme già interpretate come Coccidi, riconosciute poi da MOROFF (32 e 33) come stadi sessuali di Gregarine. Le spore espulse dall'intestino dei Cefalopodi, se vengono ingerite da opportuni Crostacei, si aprono sotto l'azione dei succhi gastrici lasciando in libertà gli sporozoit. Questi, dopo attraversato l'epitelio intestinale, si localizzano nella tonaca connettivale sottostante e si sviluppano quivi in schizonti monocistici colossali, risolvendosi da ultimo in numerosi schizozoit. Per la loro ulteriore evoluzione, gli schizozoit debbono passare nell'intestino di un *Octopus* o di una *Sepia*, ciò che avviene quando un Crostaceo infetto venga divorato da uno di cotesti Molluschi. Igermi allora, divenuti liberi nell'intestino del nuovo ospite, attraversano la parete epiteliale e generalmente si stabiliscono nel connettivo sottostante, ove iniziano un periodo di accrescimento. Questo terminato, i parassiti si differenziano sessualmente, dando alcuni origine a microgameti, altri a macrogameti. In seguito poi ad unapresunta fecondazione tra i gameti dei due sessi — processo questo non ancora sicuramente constatato —, si costituiscono da ultimo degli zigoti, ciascuno dei quali si trasforma in una spora contenente un numero di sporozoit. Le spore mature vengono espulse con le feci nell'acqua, ed ingorite da un Crostaceo opportuno, riaprono il ciclo.

Le fasi del parassiti del testicolo di *Lacerta* presentano, nella loro successione e nei particolari morfologici, la più stretta somiglianza con quelle schizogoniche delle forme del gen. *Aggregata* svolgentisi nei Crostacei decapodi; fasi queste ultime più volte osservate e descritte, come ora brevemente esporrò. Le prime cisti mature ripiene di numerosi germi falciformi, certamente da riferirsi al ciclo schizogonico di un' *Aggregata* (*A. portunidarum* FRENZEL, sec. MOROFF 33), sono state osservate nella parete intestinale di *Portunus* dal FRENZEL nel 1885 (11); ma in quell'epoca non si potè riconoscere il loro vero significato. Nel 1901 LÉGER (21) descriveva, in *Fannotheres pisum*, delle cisti celomiche (*Aggregata coelomica*) con germi falciformi disposti radialmente intorno a cumuli di "reliquat", interpretandole come fasi di Gregarine intestinale, e richiamava l'attenzione sulla loro

straordinaria somiglianza con le oocisti mature dei parassiti malarici in *Anopheles*. Più tardi, nel 1913, LÉGER-DUBOSCQ (23) descrivevano, sempre ponendole in relazione con Gregarine propriamente dette, le cisti celoniche di una nuova forma — *Aggregata vagans* —, in *Eupagurus prideauxi* e in *E. sculptimanus*: anche tali cisti, allo stato maturo, contengono germi nudi ordinati radialmente „en bouquet“ intorno a dei „reliquets“, centrali. Nel 1906 SMITH (48), sempre senza conoscerne il vero significato, forniva una prima descrizione alquanto dettagliata delle fasi evolutive — oggi da interpretarsi schizogoniche, non sporogoniche come ritenne l' A. — d' una nuova forma, *Aggregata inachi*, dell' intestino di *Inachus dorsettensis*. Tali fasi corrispondono in massima a quelle da me osservate nel testicolo di *Lacerta*. Anche SMITH rileva che le cisti mature ricordano straordinariamente le cisti dei parassiti malarici nelle zanzare. Il parassita, dapprima mononucleato, subisce, al ternaine dell' accrescimento, una divisione multipla, in seguito alla quale si origina un numero di piccoli nuclei disponentisi a tappezzare il corpo citoplasmatico in una serie continua marginale. Dopo ciò, si approfondano dalla periferia del corpo citoplasmatico, delle invaginazioni verso l'interno: si costituiscono così, entro le cisti, anelli di nuclei intorno ad isole citoplasmatiche residuali. Da ultimo, a spese di tali nuclei e di tali isole, si differenziano in germi definitivi.

Molto più dettagliate, specialmente in merito ai particolari citologici, e corredate di numerose ed eccellenti figure, sono le notizie di recente fornite da LÉGER-DUBOSCQ (26 e 27) circa le fasi schizogoniche di *Aggregata eberthi* in *Portunus depurator* e in *P. arcuatus*. Anche tale descrizione nelle cinee generali — se non completamente nei particolari — con i miei reperti nel testicolo di *Lacerta*. Senza intrattenermi sui dettagli riguardanti le modificazioni del corpo citoplasmatico e del nucleo durante il periodo di accrescimento, mi limito ad osservare che le relative figure di LÉGER-DUBOSCQ ricordano moltissimo le immagini osservate in *Lacerta* quantunque i metodi tecnici impiegati nei due casi siano del tutto differenti: anzi qualche divergenza di dettaglio è forse da imputarsi a cotesta diversità di trattamenti. Esaurito il periodo di accrescimento, la schizogonia s'inizia con una migrazione e successiva moltiplicazione nucleare alla periferia dello schizonte. I nuclei costituitisi dalle divisioni iniziali restano dapprima localizzati perifericamente, realizzandosi con ciò quel caratteristico stadio paragonabile ad un blastoderma di Artropode, secondo l'efficace immagine del Grassi per uno stadio consimile dei *Plasmodium* della malaria. Quindi, in diversi punti

della superficie della Gregarina, compaiono e si approfondano verso l'interno delle strette invaginazione tappezzate di nuclei, i quali si mantengono sempre in stato attiva moltiplicazione. In seguito a tali processi di invaginazione, il cor pocitoplasmatico rimane suddiviso in un numero di grossi cordoni dapprima, poi di isole contornate marginalmente di nuclei: questi diverranno, ciascuno, centro di formazione d'uno schizozoite. Gli schizozoiti, nel differenziarsi, giacciono disposti radialmente intorno alle isole ciloplasmatiche come i petali d'un fiore. L'ultimo stadio è caratterizzato dal loro distacco dai corpi residuali e dal loro sparpagliamento nell'interno della cisti, ove spesso si raggruppano in fasci. Secondo le osservazione di LÉGER-DUBOSCQ, gli schizonti di *Aggregata eberthi* lasciano riconoscere, come avviene per altri Telosporidi, un dimorfismo sessuale riguardante le dimensioni degli schizonti stessi la durata dell'accrescimento, lo spessore dell'involucro, la differenziazioni intraplasmatiche. Anche a schizogonia finita si avrebbero tracce di un dimorfismo sessuale degli agameti. Ma a parte qualche differenza morfologica secondaria, il processo schizogonico si svolgerebbe per entrambi i sessi secondo uno schema corrispondente.

Per il caso del parassito di *Lacerta*, le mie osservazioni non mi autorizzano a pronunciarmi con sicurezza sulla esistenza o meno d'un dimorfismo sessuale degli schizonti e degli agameti: non manca tuttavia qualche dato che si presterebbe per una tesi affermativa. Tra i numerosi parassiti colpiti in stadi corrispondenti, ho infatti spesso notato delle differenze che potrebbero considerarsi come manifestazioni dimorfiche, senza che perciò rimanga escluso un loro eventuale significato di possibili varianti d'un medesimo processo schizogonico. Così, ad esempio, gli schizonti, al termine del periodo di accrescimento, non sempre presentano le medesime dimensioni; e pure, nella fase a nuclei periferici, talora sono grandi, talora piccoli; mentre i nuclei sono talora appiattiti alla periferia, talora rotondeggianti; il corpo citoplasmatico in alcuni casi si distingue per una notevole basofilia, in altri è piuttosto acidofilo; talora è molto e grossolanamente vacuolato, talora poco e delicatamente; infine, nelle fasi plurinucleate, i nuclei interni tappezzano di solito la periferia di aree plasmatiche nettamente delimitate, ma in qualche caso sembrano distribuiti ordine senza alcuno; ed allora i germi di cui sono nocentro di formazione risultano più piccoli e più numerosi dei consueti.

Lasciando ora insoluto il quesito un eventuale dimorfismo sessuale, rimane indiscutibile il fatto essenziale che il processo schizogonico del parassita di *Lacerta* e quello delle forme del gen. *Aggregata* si

svolgono secondo un perfetto parallelismo, parallelismo non solo limitato al modo di successione delle varie fasi, ma estensibile a molti dettagli morfologici e citologici.

Ciò stabilito, voglio ancora segnalare la non meno notevole corrispondenza della fasi osservate nel testicolo di *Lacerta* con quelle d'un altro Protozoo di recente scoperta, le così dette cisti del „GILRUTH“. Nel 1910 il prof. J. A. GILRUTH dell' Università di Melbourne descriveva (12) un peculiare parassita della mucosa stomacale delle pecore della Tasmania. Esso si presenta sotto forma di cisti ovalari ($0,5 \times 0,3$ mm) limitate da un delicatissimo involucro leggermente laminato, il cui contenuto, secondo l'A., colpisce a prima vista per la sua somiglianza, con colonie di *Herpetomonas* o con certi stadi dei parassiti malarici in *Anopheles*. Tale contenuto consiste in cumuli di piccoli germi — designati del' A. come sporozoi —, lunghi circa $4-6 \mu$, larghi $0,5 \mu$, fusiformi, con estremità acuminate, provvisti verso la loro metà d'un nucleo, ovale disposti radialmente intorno a piccole masserelle di protoplasma residuale. I microfotogrammi del GILRUTH, in specie quello a maggiore ingrandimento, sebbene non molto riuscito, corrispondono singolarmente ad alcuni stadi del parassita di *Lacerta*. Notevole poi sembrami la coincidenza che, come io ho ravvisato una comunione di caratteri tra il parassita di *Lacerta* e le forme schizogoniche del gen. *Aggregata* — ciò prima che avessi conoscenza delle cisti del GILRUTH —, altrettanto è stato fatto da parte del prof. MESNIL dell' Istituto Pasteur d' Parigi a proposito di tali cisti, il quale, dopo aver avuto queste in esame diretto, ha creduto di richiamare l'attenzione sulla loro grande somiglianza con certi stadi degli Aggregatari dell' intestino di Crostacei. Egli inoltre ha espresso il giudizio che debba trattarsi di fasi schizogoniche di qualche Sporozoo. A parte le dette somiglianze, il GILRUTH si domanda, senza pronunciarsi, se per avventura le sue cisti non rappresentino stadi evolutivi di Sarcosporidi, parassiti comunissimi negli ovini, nei bovini e nei suini dell' Australia, dei quali il ciclo biologico rimane tuttora, estremamente oscuro. In base ai reperti precedenti, successivamente il Dr. CHATTON dell' Istituto Pasteur ha compiuto apposite ricerche (5) per stabilire se il parassita del GILRUTH si rinvenga nelle pecore europee e se la sua presenza possa connettersi a quella dei Sarcosporidi (*Sarcocystis tenella* RAILLIET), pure comunissimi negli ovini nostrani. Quasi nella totalità della pecore e delle capre sottoposte de esame — sebbene provenienti dalle più diverse località —, l'A. ha riunito delle cisti del GILRUTH. Esse, talora in grande numero, sono localizzate nello spessore della mucosa ghiandolare presso la regione anteriore dell' abo-

maso, ove raggiungono fino a 6 mm di diametro: sono rivestite da un involucro derivante da un'unica e gigantesca cellula (cellula parietale), ridotta, negli stadi avanzati, in seguito alla pressione esercitata dal parassita sviluppatosi nel suo interno, ad una sottile lamina di citoplasma condensato, siderofilo striato parallelamente alla superficie; lamina contenente, presso un polo ispessito un nucleo ipertrofico, lenticolare. Il margine esterno di cotesto involucro è provvisto d'un rivestimento a spazzola del dutto simile allo strato radiato o cigli-forme delle cisti dei Sarcosporidi e di altri Protozoi parassiti. Sul significato della cellula parietale, lo CHATTON, pur avanzando l'ipotesi che possa appartenere al parassita, non esclude — sulla scorta di osservazione compiute da vari autore in altre forme —, che realmente si tratti d'una cellula ghiandolare della mucosa stomacale enormemente ipertrofizzata ed alterata in seguito all'azione del parassita sviluppatosi nel suo interno. In ogni caso l'esistenza di tale cellula gigantesca con nucleo lenticolare ipertrofico, ridotta a costituire l'involucro del parassita, coorisponde perfettamente a quanto ho descritto per la forma del testicolo di *Lacerta*. La corrispondenza sussiste anche i quanto riguarda il contenuto della cisti. Negli stadi immaturi lo CHATTON trova un contenuto plasmodiale consparso di molti nuclei granulosi, privi di membrana, raggruppati in ammassi moruliformi. A mano a mano che la cisti s'avvicina a maturazione, il citoplasma interstiziale fra i gruppi nucleari si rarefa, mentre subisce un condensamento quello appartenente ai gruppi stessi: in altri termini i gruppi di nuclei fanno corpo con delle isole citoplasmatiche; di modo che, nell'interno della cisti, si vengono a costituire delle zone citoplasmatiche autonome, plurinucleate, dallo CHATTON designate col nome di „plastofori“. Successivamente, per un processo del tutto simile a quello da me osservato nell'ecisti del testicolo di *Lacerta*, ciascun nucleo, nei blastofori, diviene centro di differenziamento d'un germe; ed i germi, dopo essersi individualizzati, rimangono ordinati radialmente intorno a depositi di citoplasma e di nuclei residuali, che poi vengono gradatamente riassorbiti col procedere della maturazione. Alla fine dell'evoluzione, il contenuto della cisti è rappresentato da innumerevoli germi nucleati, fusiformi, arcuati, lunghi, 10 μ . Tali germi da ultimo, per rottura della cisti determinata dalla pressione dei tessuti circostanti e in parte da un'infiltrazione leucocitaria, fuoriescono e si rendono liberi. Al parassita questione lo CHATTON assegna provisoriamente il nome di *Gastrocystis gilruthi*: circa le sue probabili affinità, l'A. si limita a delle semplici congetture, constatando la coincidenza di alcuni dettagli della sua evoluzione con fasi proprie di Coccidi e di Grega-

rine e fosse anche di Plasmodi e di Sarcosporidi. Anche il DOLFLEIN, nell'ultima edizione del suo manuale di protozoologia (9), non si pronuncia sulla probabile posizione sistematica delle cisti del GILRUTH, ma si limita a constatare che, per l'aspetto generale, ricordano i Sarcosporidi e che, per qualche carattere, si ravvicinano ai Flagellati.

Apprezzamenti altrettanto indecisi potrei formulare, come conclusione della presenti note, a proposito del parassita testicolare di *Lacerta*. Non ho mancato, al principio di questo capitolo, di segnalare la somiglianza delle fasi osservate con stadi caratteristici dell'evoluzione biologica ei vari Telosporidi — Coccidi, Emogregarine, Emosporidi, Gregarine —; ma la natura frammentaria del ciclo avuto in osservazione si oppone ad un giudizio definitivo, tafe, da non risultare completamente arbitrario. È tuttavia da escludere senz'altro l'ipotesi, d'un identità del parassita con forme già note del testicolo dei Vertebrati; mentre la indiscutibile — direi quasi completa — corrispondenza con le fasi schizogoniche degli Aggregatari da un lato, dall'altro con quelle delle cisti del GILRUTH, sembrerebbe favorevole all'idea d'una stretta affinità tra coteste forme. Quando ciò venisse confermato da ulteriori osservazioni, si avrebbe un primo esempio di Gregarine parassite dei Vertebrati; per quanto gli Aggregatari, nella promiscuità dei loro caratteri, risentano forse più delle proprietà dei Coccidi che non di quelle delle Gregarine propriamente dette. In ogni modo tale ipotesi, osservo, ha bisogno d'una conferma diretta; e soprattutto meritano schiarimento le ulteriori fasi del ciclo biologico, che evidentemente, nel caso del parassita di *Lacerta*, come in quello delle cisti del GILRUTH, non può svolgersi nella stessa maniera che negli Aggregatari. Quivi l'ospite in cui si compie la moltiplicazione asessuale sporogonica (Mollusco), si infetta divorando ospiti contenenti fasi assuali schizogoniche (Crostacei); ma un simile procedimento non sembra presumibile per il caso del parassita di *Lacerta* e delle cisti del GILRUTH. Sarebbe facile abbandonarsi in proposito alle più svariate congetture; in mancanza però di qualsiasi dato fatto su cui appoggiarle, preferisco, per non addentrarmi nel campo dell'immaginario, di non insistere sull'argomento.

Piuttosto, poichè da varie parti ha fatto capo un tentativo di ravvicinamento delle cisti del GILRUTH ai Sarcosporidi, ravvicinamento che, volendo, potrebbe estendersi al parassita di *Lacerta*, credo opportuno di osservare che, in merito, si è dimenticato di porre in evidenza su quali basi possa fondarsi un simile tentativo. Io, francamente, non riesco a scorgerne; tanto più che la morfologia e la biologia dei Sarcosporidi rimangono tuttora straordinariamente inde-

cise. Forse si è voluto attribuire importanza al fatto che le cisti del GILRUTH, come i Sarcosporidi, sono provviste d'un, così detto, involucro radiato; ma tale proprietà è comune anche ad altri Protozoi, anzi sembra trattarsi d'una disposizione generale in biologia — per quanto oscura —, propria di elementi che, immobilizzati nella compagine d'un tessuto, sono quivi cepaci di raggiungere cospicue dimensioni assorbendo il nutrimento dal mezzo ambiente per tutta la superficie del loro corpo: basti dire che le uovocellule d'una quantità di Metazoi offrono classici esempi di siffatte strutture radiate periferiche. Anche nei Sauri sono stati osservati Sarcosporidi ed io stesso ne ho descritto una specie in *Gongylus* (53): ciò potrebbe invocarsi per sostenere un loro ravvicinamento col parassita testicolare di *Lacerta*; ma, ripeto, io non trovo argomenti che possano anche lontanamente servire di sostegno a siffatta ipotesi.

Pur rimanendo sul momento incerta, fra i Telosporidi, la posizione sistematica del parassita testicolare in esame, attribuisco ad esso la designazione provvisoria di *Orcheocystis lacertae*, nov. gen., nov. sp.

5. Fenomeni nucleari dello schizonte in rapporto alla dottrina dei nuclei polienergidì.

Esaurito l'esame delle fasi schizogoniche di *Orcheocystis lacertae* non che la discussione relativa alle probabili affinità di cotesto parassita, voglio ora richiamare l'attenzione sopra alcuni dati precedentemente messi in luce; dati, a mio parere, non privi di significato di fronte a qualche moderna veduta sulla natura e sul valore del nucleo di certi Protozoi.

In proposito ricordo, anzi tutto, le conclusioni formulate intorno alla struttura nucleare dello schizonte durante l'accrescimento ed alle prime fasi della divisione multipla. Si è constatato quanto segue: 1°) che il tipo nucleare dello schizonte è da riferirsi ai più semplici consciuti fra i Protozoi, poichè tutti gli elementi essenziali del nucleo si trovano concentrati in unico cariosoma (forse comprendente in sè un corpuscolo centrale o centriolo) il quale giace in una zona amorfa di succo nucleare („Kernsaftzone“) sprovvista di membrana; si tratta cioè d'un nucleo della categoria dei „Karyosomkerne“ e del tipo più semplice, corrispondente al „Protocaryon“ di CHATTON: 2°) il cariosoma di per sè stesso, astraendo dalla zona di succo nucleare, può considerarsi come il vero nucleo; ciò che è dimostrato dall'ulteriore suo comportamento nella divisione multipla:

3°) in quanto riguarda le prime fasi del processo schizogonico, esse s'iniziano con una moltiplicazione cariosomica multipla, caratterizzata dal fatto che, una serie di divisioni interessanti esclusivamente il cariosoma, si succede nel territorio del succo nucleare, senza cioè che questo partecipi in alcun modo alle divisioni medesime; col risultato finale che, entro tale territorio rimasto perfettamente integro, si costituisce un numero di cariosomi secondari, ciascuno, come dimostrano i fenomeni successivi, rappresentante di per sè un verso e proprio nucleo: per cui il complesso della zona di succo nucleare ancora intatta più i cariosomi figli o secondari, può considerarsi, come un nucleo in potenza plurinucleato o plurivalente: 4°) da ultimo, dopo che la zona di succo nucleare si è estesa ed appiattita alla periferia dello schizonte a costituire una sorta di cappa superficiale e che, nel frattempo, i cariosomi, secondari, in questa contenuti, si sono ordinati in serie periferica, si effettua per la prima volta, in seguito ad una sorta di frammentazione, il vero processo di divisione multipla di siffatto nucleo plurivalente: risultato definitivo è la separazione e l'individualizzazione d'un numero di nuclei secondari, ciascuno rappresentato da un cariosoma con relativo alone di succo nucleare.

In tutti i casi avuti in osservazione, e sono numerosi, ho riscontrato che i fenomeni iniziali del processo schizogonico si ripetono, senza varianti apprezzabili, nella maniera descritta: caratteristica poi è la costanza di quello stadio in cui, per divisione multipla del primitivo cariosoma entro l'ambito del succo nucleare, si costituisce un tipo di nucleo che, in base al successivo comportamento dei suoi costituenti essenziali — i cariosomi figli, veri nuclei secondari —, ho creduto di designare come „plurivalente“. L'esame della letteratura compiuto per ad appurare se un processo corrispondente sia stato osservato in altri Protozoi, m'ha confermato che effettivamente parecchi casi consimili sono stati segnalati; di più m'è risultato che la moderna concezione di HARTMANN dei nuclei polienergidi trova largo appoggio su dati di fatto del tutto ravvicinabili a quelli emersi dei reperti sopra ricordati. Credo anzi di non andare errato nell'idea che i miei dati si presentino forse come i più tipici, fra quanti sono noti, in sostegno di cotesta dottrina.

La concezione di HARTMANN (14, 15, 16) parte della nozione di „energide“ introdotta in biologia dal SACHS nel 1892 (37). Come „energide“ il SACHS intende un'unità fisiologica rappresentata da un nucleo più una definita zona citoplasmatica, situata sotto la diretta influenza di questo: i siucizi, le cellule plurinucleate, ecc., con-

stano di più energidi, ciascuno corrispondente ad uno dei nuclei col relativo territorio citoplasmatico trovantesi nella sfera della propria influenza; sono cioè aggregati e cellule polienergidi. Vanno perciò considerati polienergidi quei Protozoi, veri individui vegetativi permanentemente plurinucleati durante un periodo della loro esistenza, che, nol moltiplicarsi, si dividono in un numero di elementi mononucleati e monoenergidi, altrettanti quanti erano i nuclei dapprima compresi entro il corpo citoplasmatico (divisione multipla). Ma poichè in certi Protozoi si verificano, non solo casi divisione cellulare multipla, bensì anche di divisione nucleare multipla, HARTMANN ha esteso al nucleo il concetto di cui sopra, nel senso che non sempre il nucleo rappresenti un'unità elementare — un energide (Monocaryon) —, ma talora possa comprendere in sè stesso più energidi („nucleo polienergide“ o Polycarion). „Es sind — per usare le stesse parole di HARTMANN — das Kerne, die scheinbar einheitlich, in Wirklichkeit aber aus mehreren bis vielen individualisierten Einzelkernen zusammengesetzt sind, die durch fortgesetzte Teilung aus einem primären einzigen Element innerhalb der ursprünglichen Kernhöhle entstanden sind und die später durch multiple Kernteilung oder sogenannte Chromidienbildung in ihre Einzelelemente (Monocaryen) teilweise oder ganz zerfallen.“ In sostegno della propria tesi HARTMANN produce un numero di documentazioni tratte dallo svolgimento di certi fenomeni, i quali deporrebbero decisamente per la natura plurivalente del nucleo di alcune Amebe, Eliozoi, Radiolari e Coccidi: anzi l'A. si spinge a considerare come polienergidi anche i nuclei cellulari dei Metazoi, in cui forse i singoli cromosomi stanno a rappresentare veri nuclei elementari (Monocaryen) individualizzati e in pari tempo associati a costituire un Polycarion. Ira gli altri, segnalati da HARTMANN, eminentemente tipici e dimostrativi, in proposito, risultano alcuni reperti relativi alla divisione nucleare multipla del Coccidio *Adelea ovata* e dell' Eliozoo *Wagnerella borealis*. Cotesti reperti in massima coincidono perfettamente con quelli da me illustrati per il parassita testicolare di *Lacerta*, specie in quanto riguarda la natura e la divisione del cariosoma.

In *Adelea ovata* una divisione nucleare multipla è stata dapprima osservata da SCHAUDINN-SIEDLECKI e da SIEDLECKI (40 e 43). Ulteriori ricerche di JOLLOS (18) hanno dimostrato che la divisione schizogonica di tale specie può effettuarsi in varie maniere comprendenti tutti gli stadi di passaggio tra una comune divisione d'una cellula monoenergide (mononucleata) ed una divisione multipla con costituzione transitoria d'un nucleo polienergide. In un caso estremo, il

cariosoma si divide più volte per promitosi entro l'ambito della membrana nucleare persistente allo stato integro, senza che alla divisione partecipi affatto l'„Außenkern“ o zona di succo nucleare: dopo che nell'interno del nucleo primitivo si sono costituiti più nuclei figli, la membrana si dissolve, ed allora i nuclei secondari preformati si distribuiscono nel corpo citoplasmatico. Dunque il grande nucleo, prima del disfacimento della membrana, rappresenta un vero polienergide o Polycaryon.

Conformemente a quanto avviene in *Adelea*, pure nella moltiplicazione di *Wagnerella borealis*, secondo la ZUELZER (54) si costituisce un grande polienergide dal nucleo primitivo, in seguito ad una ripetuta divisione, nell'interno di questo, del cariosoma.

In aggiunta ai vari casi di nuclei polienergidi citati da HARTMANN — oltre a quelli di *Adelea* e di *Wagnerella* —, a me sembra che si debba pure annoverare il caso messo in luce da CAULLERY-MESNIL (4) a proposito d'una particolare divisione nucleare multipla d'una Gregarina del gen. *Selenidium*, parassita dell'anellide *Spio martinensis* MESN. Nell'interno del nucleo primitivo della Gregarina si osserva quivi, secondo l'espressione degli AA., una „formazione endogena multipla“ dei nuclei degli sporoblasti; ed anche quivi la membrana nucleare non si dissolve ed il contorno del nucleo originario non vien meno, se non dopo che i nuclei figli si sono completamente costituiti, quando i medesimi si rendono liberi per migrare alla periferia del corpo citoplasmatico.

Contro la concezione dei nuclei polienergidi sono state sollevate obiezioni da più parti, specialmente per conto dello SWARCZEWSKY (49 IV), il quale non ritiene sufficientemente sicure e dimostrative le documentazioni prodotte da HARTMANN in appoggio della propria costruzione teoretica: rimane però un fatto chiaramente dimostrato, per lo meno in certi casi, che nell'evoluzione biologica di qualche Protozoo, entro l'ambito d'un nucleo primitivo, senza che questo temporaneamente perda il proprio contorno, si differenzia un numero di elementi secondari, ai quali, in base al loro successivo comportamento, deve attribuirsi il significato di veri e propri nuclei tipicamente costituiti. Pienamente giustificata in tali casi risulta la nozione di polienergide; quando si applichi, cioè, ad un nucleo composto, comprendente in sé un numero di nuclei secondari.

A siffatta classe di nuclei deve senza dubbio riferirsi quello dello schizonte del nostro parassita testicolare di *Lacerta*. Dal l'esposizione fatta in precedenza, risulta in linea generale, ad esempio, una completa coincidenza dei miei reperti con quelli illustrati da

JOLLOS per *Adelea*, quando entro l'ambiente del nucleo primitivo il cariosoma soggiace ad un numero di divisioni promitotiche, senza che ad esse partecipi la zona nucleoenchilematica: il complesso che ne risulta è un nucleo polienergide. Mentre anzi, nel caso di *Adelea*, tala processo di divisione multipla va soggetto a fluttuazioni, di modo che può ricondursi per gradi intermedi ad una comune divisione d'una cellula monoenergide, in tutti i casi da me osservati si tratta invece d'un fenomeno assolutamente costante: quindi lo schizonte adulto del parassita di *Lacerta* costituisce un esempio tipico di cellule plurivalente con nucleo polienergide. Ed effettivamente la plurivalenza di cotesto elemento si manifesta con tutta chiarezza durante le fasi successive del processo schizogonico. I nuclei secondari originatisi nella maniera descritta, si rendono indipendenti, isolandosi dapprima alla superficie dello schizonte, per invadere poi, in seguito ad una loro attiva moltiplicazione, tutta la massa del corpo citoplasmatico che persiste indivisa. In tale stadio il parassita è un grosso elemento plurinucleato polienergide. Da ultimo, dopo che ciascun nucleo è diventato centro di differenziazione d'uno schizozoite, tutto l'insieme si risolve simultaneamente in un numero di germi individualizzati monoenergidi e monovalenti, gli schizozoiti.

6. A proposito della dottrina del dualismo cromatico nucleare: formazione libera di nuclei trofici nella schizogonia.

E nota come, alla vecchia credenza che un nucleo tragga sempre origine da un atto di divisione d'un nucleo preesistente, si contrapponga oggi la nozione sicuramente comprovata da un numero di reperti su varî Protozoi, che talora possa effettuarsi una formazione nucleare libera mercè una concentrazione di elementi cromidiali diffusi nel plasma cellulare. L'evoluzione del parassita testicolare di *Lacerta* fornisce un proposito un esempio molto istruttivo.

Ho già avuto occasione di richiamare l'attenzione sul fatto che, durante il lungo periodo plasmodiale, la massa citoplasmatica del parassita contiene granulazioni basofile diffuse o concentrate in cumuli, evidentemente di natura cromidiale (figg. 10 e 11, c.). Ho pure rilevato che, in stadi puittosto avanzati, quelli in cui si manifesta nettamente l'individualizzazione dei singoli schizozoiti, si costituiscono in varie parti della massa citoplasmatica, per condensamento cromidiale, alcuni agglomerati nucleoidi relativamente voluminosi, ciascuno dei quali diviene centro di delimitazione d'un definito territorio di citoplasma residuale. Si arriva con ciò al differenzia-

mento, nell'interno delle cisti maturanti, di formazioni costituite, ognuna, da una zona citoplasmatica comprendente un grosso accumulo cromidiale nucleiforme; formazioni che si presentano sotto l'aspetto di vere grandi cellule più o meno rotondeggianti. Intorno a ciascuna di queste e in suo diretto contatto mediante le estremità acuminata, giace ordinato radialmente un numero di schizozoiti (fig. 14). La funzione di tali cellule o pseudocellule di fronte agli schizozoiti, evidentemente è d'ordine nutritizio: infatti, col definitivo costituirsi di tali germi, esse vengono gradualmente riassorbite, fino a scomparire completamente nelle cisti mature.

Al fenomeno ora ricordato della formazione libera di complessi nucleiformi, fenomeno cui si connette in via subordinata il differenziarsi d'unità morfologicamente definite manifestanti la funzione di vere cellule nutrici, sembra doversi attribuire un significato in relazione alla dottrina della duplicità cromatica nei Protozoi. È noto che secondo SCHAUDINN — il promulgatore di cotesta dottrina (39) — la cellula dei Protozoi sarebbe sempre potenzialmente binucleata; nel senso che comprenderebbe due qualità di sostanza nucleare funzionalmente eterogenee, l'una preposta ai processi generativi („idiocromatina“), l'altra ai vegetativi („trofocromatina“ o „somatocromatina“). È noto pure che tale concezione è stata estesa dal GOLDSCHMIDT (13) al caso delle cellule dei Metazoi. Numerose osservazioni nei Protozoi porterebbero a riconoscere che la due sostanze possono talora giacere concentrate in un singolo nucleo potenzialmente bivalente („anfinucleo“), talora costituire due nuclei distinti („macro-“ e „micronucleo“ degli Infusori), talora infine trovarsi, una sola o entrambe, allo stato diffuso nella massa citoplasmatica sotto forma di „apparato cromidiale“. Senza volermi ad dentrare a discutere le varie proposte d'una classificazione delle presunte diverse qualità di sostanza cromatica nucleare nè le obiezioni sollevate da più parti contro la teoria dello SCHAUDINN (vedi in proposito specialmente SWARCZEWSKY 49 I, II, III), credo di poter affermare che, nel caso del parassita testicolare di *Lacerta*, sembra manifesta la reale esistenza di due qualità di cromatina preposte a funzioni essenzialmente distinte. Quella porzione di sostanza cromatica che viene impiegata nella costruzione dei nuclei degli schizozoiti può considerarsi di natura generativa; ciò perchè, sebbene gli schizozoiti non rappresentino per sè stessi elementi sessuali, è tuttavia da presumere, in base alle nozioni acquisite sull'evoluzione biologica d'un numero di Telosporidi, che siono per lo meno potenzialmente atti a produrne per via indiretta: l'altra porzione la quale, dopo essersi

diffusa nel citoplasma allo stato cromidiale, si concentra nelle formazioni nucleoidi delle pseudocellule nutritrici e viene poi completamente riassorbita ed utilizzata nell'accrescimento degli schizozoiti può considerarsi di nature trofica.

Probabilmente un numero di fenomeni segnalati in più casi negli Sporozoi all'inizio della gametogenesi o della schizogonia, benchè variamente interpretati (riduzione cromatica, epurazione nucleare, ecc.) ha qualche cosa in comune con quanto è stato da me osservato, e deve riferirsi ad un processo di separazione dell'idio-cromatina della trofocromatina. È un fatto intanto che, nella gametogenesi delle Gregarine, avanti il costituirsi della prima figura divisoria, comunemente si osserva una disgregazione del grande nucleo primitivo: la maggior parte della sostanza di questo partecipa ai processi vegetativi della gametogenesi, talora trasformandosi addittura in materiali di riserva; la restante si riorganizza in un piccolo nucleo da cui, in seguito ad una serie di divisioni, si producono i nuclei dei gameti. Particolarmente significativi riescono in proposito alcuni reperti che voglio ricordare.

In *Monocystis (Lankesteria) ascidia*, secondo le osservazioni, di SIEDLECKI (44), la divisione multipla dei sigiziti è preceduta da un dissolvimento del nucleo, il cui contenuto si rende libero nel corpo citoplasmatico: parte del primitivo materiale nucleare ricostruisce un nuovo piccolo nucleo che, in seguito, dà origine per divisione multipla ai nuclei dei gameti; parte, sotto forma di materiale granuloso, si diffonde nel citoplasma, si localizza poi alla superficie della gregarina ed infine viene gradualmente riassorbito ad espulso durante la gametogenesi. Anche i reperti di CUÉNOT (7) sul ciclo evolutivo di *Monocystis magna* e di *Dyplocystis minor*, non che quelli di PROWAZEK (35) su *Monocystis agilis*, portano ad una distinzione di due tipi di sostanza cromatica nucleare, l'uno preposto ai fenomeni moltiplicativi, l'altro agli assimilatorii. Similmente, nella gametogenesi di *Clepsidrina*, secondo SCHNITZLER (42), la prima divisione riguarda un micronucleo derivante da una porzione del nucleo primitivo: KUSCHAKEWITSCH (19), pure in *Clepsidrina*, osserva un dissolvimento del nucleo primitivo con susseguente formazione d'un cromidio diffuso, da parte del quale si costituiscono secondariamente i primi nuclei sessuali. Ad una conferma di simiglianti processi portano le osservazioni di LÉGER-DUBOSCQ (29) sulla gametogenesi d'un numero d'altre Gregarine. Particolarmente poi cotesti autori si intrattengono (17) sui primi fenomeni schizogonici di *Aggregata eberthi*, ove pure del tutto evidente risulta l'esistenza di due qualità di

sostanza nucleare. Nello schizonte di tale Aggregatario, al termine dell'accrescimento, avanti la prima divisione schizogonica, il grande nucleo subisce una disintegrazione completa: parte della sostanza nucleare si risolve in un cromidio diffuso nella massa citoplasmatica; parte si riorganizza in un piccolo nucleo secondario, dal quale, per un seguito di divisioni, si differenziano i nuclei degli schizozoiti. Sempre negli Aggregatari anche i fenomeni della gametogenesi, oltre a quelle schizogonici, offrono esempio di stadi in cui si effettua una completa separazione di due qualità di cromatina. Assolutamente dimostrativa in proposito, secondo MOROFF (33), risulta l'evoluzione degli individui maschili di *Aggregata*.

Fatti consimili, oltre che nelle Gregarine, sono stati segnalati nei Coccidi: ricordo fra gli altri il caso di *Barrouxia spiralis*, in cui, secondo AWERINZEW (1), il cariosoma dello schizonte, avanti la divisioni, espelle tutta la trofocromatina nel plasma.

Per la tesi della duplicità e cromatica meritano speciale menzione alcuni altri dati i quali dimostrano come talora nell'evoluzione sessuale di certe Gregarine, nell'interno del nucleo primario, mentre questo conserva ancora il suo contorno, sembri individualizzarsi più o meno nettamente un micronucleo sessuale. Così in *Echinomera hispida*, secondo SCHELLACK (41), e in *Nina gracilis*, secondo LÉGER-DUBOSCQ (29). Cotesto micronucleo si rende poi libero in seguito ad una disgregazione del nucleo primario ed entra in mitosi: il restante materiale nucleare invece — almeno in *Nina gracilis* —, si disperde nel citoplasma sotto forma d'un cromidio che, in parte viene usufruito come materiale nutritizio, in parte impiegato nella costruzione dell'involucro cistico.

Da ultimo voglio menzionare altri fatti della gametogenesi delle Gregarine, non solo confermant i il concetto d'una duplicità cromatica, ma a mio avviso, ravvicinabili al fenomeno di formazione libera di nuclei trofici da me osservato nell'evoluzione schizogonica del parassita di *Lacerta*. Nella gametogenesi di *Stylorhynchus*, ad esempio, LÉGER (22) distingue due specie di nuclei: gli uni, che egli chiama „somatici“, rimangono inutilizzati in mezzo ai lobuli formatori dei gameti; gli altri, moltiplicandosi, diventano i nuclei degli stessi gameti. In *Hoplorhynchus* LÉGER-DUBOSCQ (28 e 29) distinguono del pari due tipi di nuclei: più grandi (somatici), che sie dividono lentamente senza partecipare alla formazione dei gameti e che finiscono col venire riassorbiti insieme al citoplasma residuale; più piccoli e più numerosi (sessuali), moltiplicantisi attivamente, i quali danno luogo ai nuclei dei gameti. Pure due tipi di nuclei — soma-

tici e sessuali — gli stessi autori (29) distinguono nella gametogenesi di *Phialoides* e di *Gregarina* (*Clepsidrina*). Aggiungasi infine che il DUKE (10), quantunque non partigiano dell'ipotesi della duplicità nucleare, osserva che nelle cisti *Metamera schubergi* la prima divisione nucleare coincide con un'espulsione di cromatina dal cariosoma e che il corpo citoplasmatico, durante la gametogenesi, contiene sempre alcuni grandi nuclei in riposo, ben distinguibili da quelli in via di attiva moltiplicazione, nuclei — io credo — probabilmente da omologarsi ai „somatici“ di LÉGER-DUBOSCQ. Anche nelle cisti del GILRUTH, la CHATTON (5) rileva la presenza di depositi di citoplasma residuale contenenti nuclei, i quali vengono riassorbiti col procedere della maturazione.

Tutto sommato, in conclusione, risulta concordemente da un numero di reperti sul ciclo biologico di parecchi Telosporidi, in particolare delle Gregarine, che durante certe fasi ha luogo una netta separazione, dal nucleo primario, di due qualità di sostanza cromatica le quali vanno incontro a un digerente destino: l'una trova impiego nei processi moltiplicativi e costituisce definitivamente i nuclei degli elementi riproduttori — gameti o schizozoiti —; l'altra si trasforma in materiali di riserva o partecipa alla costruzione degli involucri cistici. Nel caso specifico del parassita di *Lacerta* — caso da riferirsi a quanto sembra, ad alcuni altri sopra ricordati —, abbiamo constatato che una parte del materiale cromatico, quella non partecipante alla costituzione degli schizozoiti, si concreta secondariamente, da uno stato cromidiale diffuso, in un numero di aggregati nucleoidi, i quali, come centri di differenziamento di formazioni a struttura cellulare, ausiliarie per l'accrescimento degli schizozoiti, manifestano una funzione di natura prettamente trofica. Ciò, in ultima analisi, si accorda esattamente con l'ipotesi, sia pure provvisoria d'una cromatina generativa e d'una vegetativa.

7. Conclusioni.

1. Oggetto della presente memoria è lo studio delle fasi evolutive d'un Protozoo fino ad oggi sconosciuto, parassita del testicolo di *Lacerta muralis* MERR.

2. L'insieme di tali fasi, svolgentisi nello spessore dell'epitelio seminale dei tubuli testicolari, si presenta come un processo di schizogonia e depone per la natura di Telosporidio del parassita medesimo.

3. Si tratta evidentemente d'un parassita citozoico o intracellulare. Dubbio rimane se gli elementi parassitati siano di natura seminale (spermatogoni, spermatociti, ecc.) oppure sertoliana, ciò perchè il protozoo determina profonde modificazioni nella cellula ospite, nè è stato possibile cogliere la prima fase della sua penetrazione: non manca peraltro qualche indizio favorevole alla, prima ipotesi.

4. I parassiti più giovani tono stati osservati fra le cellule germinali, in vicinanza della tunica propria tubulare, costantemente inclusi entro zone citoplasmatiche munite d'uno o di più nuclei ipertrofici ed ipercromatici; zone evidentemente costituitesi in seguito all'azione esercitata dal parassita stesso in seno ad una o, forse, a più cellule ospiti secondariamente fuse.

5. L'accrescimento del parassita normalmente si svolge entro una cellula ospite gigante, il cui nucleo ipertrofico trovasi spostato presso un polo. Il corpo citoplasmatico di questa, coll'accrescere del parassita, regredisce progressivamente sino a ridursi ad un vero e proprio involucro cistico: invece il grande nucleo parietale si mantiene a lungo invariato entro un ispessimento lamellare di tale involucro; ma da ultimo regredisce anch'esso e termina con la scomparire completamente.

6. Il parassita in via d'accrescimento si presenta come una grossa cellula sferoidale con grande nucleo del tipo „Karyosomkern“, sprovvisto di membrana: il corpo citoplasmatico, dapprima omogeneo, subisce un processo di progression vacuolizzazione.

7. Ad accrescimento avanzato, i fenomeni preliminari della schizogonia sono iniziati da uno spostamento periferico del „Caryosomkern“, il quale s'adatta presso un polo dello schizonte sotto forma d'una cappa nucleare tendente ad appiattirsi e a dilatarsi alla superficie del corpo citoplasmatico: nel frattempo l'unico cariosoma primitivo, in seguito a ripetute divisioni, dà origine ad un numero di cariosomi secondari, senza che alle divisioni stesse partecipi in alcun modo la zona appiattita di succo nucleare e tanto meno il corpo citoplasmatico dello schizonte. Si tratta in ultima analisi d'una vera divisione cariosomica multipla, la quale si effettua entro l'ambito, ancora perfettamente delimitato, del nucleo primitivo. I cariosomi secondari, a mano a mano che si producono, diminuiscono in volume e si distribuiscono in serie marginale alla superficie dello schizonte, perdendo molto della loro colorabilità. Da ultimo il processo termina con una divisione nucleare multipla, inquantochè la primitiva zona di succo nucleare si ripartisce simultaneamente in un numero di zona secondarie, ciascuna circondante un cariosoma. Con ciò, nella

massa citoplasmatica dello schizonte che persiste indivisa, si arriva all' individualizzazione d'una serie di nuclei secondari ordinati perifericamente alla superficie. Tali nuclei, mentre perdono ancora della loro colorabilità, continuano a moltiplicarsi, sempre rimanendo distribuiti in posizione periferica. Riacquistano poi la capacità di colorirsi, che diviene progressivamente più intensa nelle fasi successive, quando invadono l'interno del corpo citoplasmatico. Tale invasione è determinata dal costituirsi, alla superficie dello schizonte, di invaginazioni le quali si approfondano: i nuclei dapprima periferici, seguendo i margini di coteste invaginazioni e continuando a moltiplicarsi, vengono trasportati passivamente verso l'interno. A processo esaurito, il corpo dello schizonte risulta suddiviso in un numero di cordoni e di isole citoplasmatiche, ciascuna tappezzata marginalmente da una serie continua di nuclei: una serie pure continua di nuclei rimane ordinata alla periferia dello schizonte stesso. L'accrescimento di questo, continuato durante il periodo di moltiplicazione nucleare, raggiunge infine il suo termine: in pari tempo si arresta l'attività moltiplicativa dei nuclei. Allora ciascuno dei nuclei diviene centro di differenziamento d'uno schizozoite. Non tutta la cromatina viene però impiegata nella formazione dei nuclei degli schizozoiti: parte di essa, dopo essersi diffusa nel plasma, durante le fasi precedenti, sotto forma cromidiale, si concentra in masse nucleoidi giacenti in seno ad isole citoplasmatiche, a spese delle quali, ordinati radialmente in serie periferica, si differenziano gli schizozoiti. Tali zone di citoplasma residuale provviste di centri nucleiformi, esercitano rispetto agli schizozoiti, la funzione di cellule nutritive. Infatti gli schizozoiti, crescendo, le riassorbono completamente finchè, raggiunta la loro costituzione definitiva, si rivedono liberi nell'interno della cavità cistiva.

8. Allo stato definitivo gli schizozoiti si presentano come piccoli elementi allungati, pallidi, nucleati, con un estremo rotondo ed uno acuminato: le cisti che li contengono, sempre rimanendo comprese nelle spesse dell'epitelio seminale, sporgono ampiamente nel lume dei canalicoli testicolari. Rimangono completamente ignoti il destino e l'ulteriore evoluzione dei germi costituitisi nel modo descritto.

9. Circa la probabile posizione sistematica del parassita, tutto induce a ritenere che si tratti d'un Telosporidio; ma non si presentano chiare le sue strette affinità. È tuttavia da escludere che abbia qualche cosa in comune con altre forme di Telosporidi osservate nelle gonadi dei Vertebrati: manifeste e notevoli sono invece le coincidenze della sua evoluzione schizogonica con quella degli

Aggregatari e delle, così dette, „cisti del GILRUTH“. Provvisoriamente si propone per esso la denominazione di „*Orcheocystis lacertae*“, **nov. gen., nov. spec.**

10. Il nucleo dello schizonte, nello stadio iniziale del processo schizogonico, fornisce un esempio tipico di nucleo plurivalente o poli-energide („Polycarion“) nel senso di HARTMANN; quando, cioè, entro l'ambito primitivo della zona di succo nucleare, si costituisce, per divisione multipla dell'unico cariosoma, un numero di cariosomi figli, ciascuno rappresentante in potenza un nucleo secondario: al parassita durante le ultevriori fasi schizogoniche, spotta a sua volta il significato di cellula plurivasente o polienergide tipica, poichè la sue evoluzione si risolve simultaneamente col differenziamento di numerosi germi individualizzati monovalenti e monoenergidi, gli schizozoiti.

11. Nelle ultime fasi del processo schizogonico la comparsa, in seno alle isole citoplasmatiche di aggregati cromidiali sotto aspetto di corpi nucleoidi, costituisce un fenomeno di formazione nucleare libera, riferibile ad altri casi osservati nell'evoluzione d'un numero di Protozoi: poichè, inoltre, tali corpi nucleiformi divengono centri di differenziazione di grossi elementi a struttura cellulare tipica esercitanti un ufficio trofico rispetto agli schizozoiti in via di accrescimento, si ha ragione d'interpretare il fatto come del tutto conciliabile con la tesi d'una duplicità cromatica nucleare, anzi probativo per la tesi stessa. In altri termini la sostanza cromatica nucleare dello schizonte manifesta con ogni evidenza la sua duplice natura: una parte — generativa — trova impiego nella costruzione dei nuclei degli schizozoiti; un'altra — vegetativa — esercita una funzione ausiliaria nel l'accrescimento degli schizozoiti stessi.

Bibliografia.

- 1) AWERINZEW, S.: Studien über parasitische Protozoen. VI. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Coccidien aus dem Darne von *Cerebratulus* sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 18 1909.
- 2) BEAUCHAMP, P. DE: Recherches sur les Rhytidocystis parasites des Ophélies. Arch. f. Protistenk. Bd. 31 1913.
- 3) BENDA, C.: Zur vergleichenden Spermiogenese der Amnioten. Verh. Anat. Gesellsch. Vers. in Genf 1915.
- 4) CAULLERY, M. et MESNIL, J.: Sur un mode particulier de division nucléaire chez les Grégarines. Arch. d'Anat. micr. T. 3 1899—1900.
- 5) CHATTON, E.: Le kyste de GILRUTH dans la muqueuse stomacale des Ovidés. Arch. zool. expér. (5), T. 5 (Notes et Revue) 1910.
- 6) — —: Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amœbiens. Arch. zool. expér. (5) T. 5 1910.
- 7) CUÉNOT, L.: Recherches sur l'évolution et la conjugation des Grégarines. Arch. de Biol. T. 17 1901.
- 8) DOFLEIN, J.: Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena 1911.
- 9) DRÜNER, L.: Beiträge zur Kenntnis der Kern- und Zellendegeneration und ihrer Ursache. Jenaer Zeitschr. f. Naturw. Bd. 28 1894.
- 10) DUKE, H. L.: Some Observations on a New Gregarine (*Metamera schubergi* nov. gen. nov. spec.) Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 55 1910.
- 11) FRENZEL, J.: Über einige in Seetieren lebende Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24 1885.
- 12) GILRUTH, J. A.: Notes on a Protozoon Parasite found in the Mucous Membrane of the Atomasum of a Sheep. Proc. Roy. Soc. Victoria, Vol. 23 (n. S.), Pt. 1, Melbourne 1910; e Bull. Soc. path. exot. T. 3 1910.
- 13) GOLDSCHMIDT, R.: Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Bd. 21 1904.
- 14) HARTMANN, M.: Polyenergide Kerne. Studien über multiple Kernteilungen und generative Chromidien bei Protozoen. Biol. Centralbl. Bd. 29 1909.
- 15) —: Die Konstitution der Protistenkerne und ihre Bedeutung für die Zellenlehre. Jena 1911.
- 16) —: Protozoa. Handwörterb. d. Naturw. Bd. 7 Jena 1912.
- 17) HERMANN, J.: Beiträge zur Histologie des Hodens. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 34 1889.
- 18) JOLLOS, V.: Multiple Teilung und Reduktion bei *Adelea ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909.
- 19) KUSCHAKWITSCH, S.: Beobachtungen über vegetative, degenerative und generative Vorgänge bei den Gregarinen des Mehlwurmlarms. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1 1907.
- 20) LABBÉ, A.: Sporozoa. Das Tierreich, 5 Lieferung. Berlin 1899.
- 21) LÉGER, L.: Sur une nouvelle Grégarine parasite des Pinuthères des Moules. C. R. Ac. Sc. Paris T. 132 1901.
- 22) —: La reproduction sexuée chez les Stylorhynchus. Arch. f. Protistenk. Bd. 8 1904.

- 23) LÉGER, L. et DUBOSCQ, O.: „*Aggregata vagans*“ n. sp., Grégarine gymnosporée parasite des Pagures. Arch. zool. expér. (4), 8 I (Notes et Revue) 1903.
- 24) — —: Sur l'évolution des Grégarines gymnosporées des Crustacés. C. R. Ac. Sc. Paris T. 142 1906.
- 25) — —: L'évolution d'une *Aggregata* de la Seiche chez le *Portunus depurator* Leach. C. R. Soc. Biol. T. 60 1906.
- 26) — —: L'évolution nucléaire du schizonte de l'*Aggregata eberthi*. C. R. Ac. Sc. Paris T. 144 1907.
- 27) — —: L'évolution schizogonique de l'*Aggregata* (*Euccoccidium*) *eberthi* (LABBÉ) Arch. f. Protistenk. Bd. 12 1908.
- 28) — —: La reproduction sexuée chez les Actinocéphalides. C. R. Ac. Sc. Paris T. 149 1909.
- 29) — —: Études sur la sexualité chez les Grégarines. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 1909.
- 30) MINGAZZINI, P.: Nuove specie di Sporozoi. Atti Acc. Lincei, Rendic. Serie 5^a Vol. I 1892.
- 31) — —: Contributo alla conoscenza degli Sporozoi. Ricerche Labor. Anat. Roma Vol. 3 1893.
- 32) MOROFF, TH.: Sur l'évolution des prétendues Coccidies des Céphalopodes. C. R. Ac. Sc. Paris. T. 142 1906.
- 33) —: Die bei den Cephalopoden vorkommenden *Aggregata*arten als Grundlage einer kritischen Studie über die Physiologie des Zellkernes. Arch. f. Protistenk. Bd. 11 1908.
- 34) POLICARD, A.: Notes sur la spermatogénèse des Reptiles. Le syncytium nourricier de „*Lacerta muralis*“. Bibl. Anat. T. 11 1902.
- 35) PROWAZEK, S. v.: Zur Entwicklung der Gregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 1 1902.
- 36) —: Handbuch der pathogenen Protozoen. Leipzig 1912.
- 37) SACHS: Beiträge zur Zelltheorie. Allg. bot. Zeitg. 1892.
- 38) SCHAUDINN, J.: Studien über krankheitserregende Protozoen. I. *Cyclospora caryolytica* SCHAUD., der Erreger der permiziösen Enteritis des Maulwurfs. Arb. a. d. k. Gesundheitsamte Bd. 18 1901.
- 39) —: Untersuchungen über Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. k. Gesundheitsamte Bd. 19 1903.
- 40) SCHAUDINN und SIEDLECKI: Beiträge zur Kenntnis der Coccidien. Verh. deutsch. zool. Ges. 1897.
- 41) SCHELLACK, C.: Über die Entwicklung und Fortpflanzung von *Echinomera hispida* (A. SCHN.). Arch. f. Protistenk. Bd. 9 1907.
- 42) SCHNITZLER: Über Fortpflanzung von *Clepsidrina ovata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905.
- 43) SIEDLECKI, M.: Étude cytologique et cycle évolutif de l'*Adelea ovata*. Ann. Inst. Pasteur T. 13 1899.
- 44) —: Über die geschlechtliche Vermehrung der *Monocystis ascidia* (R. LANK.). Bull. intern. de l'Acad. d. Sc. Cracovie Bd. 13 (Anz. d. Akad. wiss. Krakau, Dez.) 1899.
- 45) —: Contribution à l'étude des changements cellulaires provoqués par les Grégarines. Arch. d'Anat. micr. T. 4 1901.
- 46) —: Über die Struktur und die Lebensgeschichte von *Caryotropha mesuillii*. Bull. intern. Acad. Sc. Cracovie 1907.

- 47) —: Veränderungen der Kernplasmarelation während des Wachstums intrazellulärer Parasiten. Bull. intern. Ac. Sc. Cracovie; Cl. Sc. math.-nat. Série B, Année 1911; Cracovie 1912.
- 48) SMITH, G.: Note on a Gregarine („*Aggregata inachi*“ n. sp.) which may cause the parasitic castration of its host („*Inachiy dorsettensis*“). Mitt. zool. Stat. Neapel Bd. 17 1905.
- 49) SWARCZEWSKY, B.: Zur Chromidienfrage und Kerndualismushypothese. I. Über die „generativen“ Chromidien bei den Gregarinen. II. Über die Duplizität der Chromatinsubstanz. III. Über die Doppelkernigkeit der Ciliaten. IV. Die polyenergiden Kerne HARTMANN's bei Protozoen. Biol. Centralbl. Bd. 32 H. 7, 8, 9 1912.
- 50) TELLYESNICKY, K.: Über den Bau des Eidechsenhodens. Mathem. u. naturwiss. Ber. aus Ungarn Bd. 13 1897.
- 51) THÉLOHAN, P.: Sur deux Coccidies nouvelles parasites de l'épinoche et de la sardine. C. R. Soc. Biol. (9) T. 2 1890; e Ann. de micrographie, T. 2, Paris 1889/90.
- 52) TÖNNIGES, C.: Sporozoa. Handwörterb. d. Naturwiss. Bd. 9 Jena 1913.
- 53) TRINCI, G.: Note sopra una *Sarcocystis* parassita di *Gongylus ocellatus* WAGL., con considerazioni critiche sulla morfologia e sulla biologia dei Sarcosporidi. Monit. zool. Ital. Anno 22, No. 12 1911.
- 54) ZUEGLER, M.: Bau und Entwicklung von *Wagnerella borealis*. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 1909.

Spiegazione delle figure (Tavola 13).

Indicazioni comuni a tutte le figure:

- a. s.* = abbozzo di schizozoite.
c. = cromidi.
c. o. = cellula ospite.
c. p. s. = cariosoma primario del parassita.
c. s. = cellule seminali.
c. s. s. = cariosoma secondario nel nucleo indiviso dello schizonte.
i. = invaginazione della superficie dello schizonte.
i. c. = involucro cistico.
n. p. = nucleo della cellula ospite o nucleo parietale.
n. p. n. = aggregato cromidiale nucleoidi di pseudocellula nutrice.
n. s. = nucleo del parassita.
n. sc. = nucleo di schizozoite.
n. s. s. = nucleo secondario dello schizonte.
p. n. = pseudocellula nutrice.
s. = parassita durante il periodo di accrescimento o allo stato di schizonte.
sc. = schizozoite.
v. = vacuolo.
z. c. = zona citoplasmatica parassitata.

Fig. 1. *Orchiocystis lacertae* all'inizio del periodo di accrescimento: il giovane parassita trovasi immerso in una zona citoplasmatica (z. c.) fra gli elementi seminali, presso la tunica propria tubulare. $\times 930$.

Fig. 2. Parassita in fase di accrescimento più avanzata della precedente, contenuto entro una cellula ospite ipertrofizzata: il corpo citoplasmatico comincia a vacuolizzarsi. $\times 930$.

Fig. 3. Ulteriore fase di accrescimento: sempre più evidente in questa, come nelle fasi successive, la vacuolizzazione del corpo citoplasmatico: la cellula ospite è ridotta a costituire l'involucro cistico, nel quale persiste il nucleo primitivo ipertrofico (nucleo parietale). $\times 930$.

Fig. 4. Schizonte in procinto d'iniziare il processo schizogonico: il nucleo è migrato presso un polo, ove trovasi applicato sotto forma di cappa: grandi vacuoli nel corpo citoplasmatico. $\times 930$

Fig. 5. Schizonte all'inizio del processo schizogonico: la zona di succo nucleare, mantenutasi indivisa, si è ancora estesa ed appiattita alla superficie dello schizonte: il cariosoma primitivo s'è suddiviso in un numero di cariosomi secondari poco colorabili. $\times 930$.

Fig. 6. Inizio del processo schizogonico in fase più avanzata della precedente: la zona di succo nucleare, sempre indivisa, ha continuato ad estendersi alla superficie dello schizonte: i cariosomi secondari si sono moltiplicati ed hanno perduto ancora della loro colorabilità. $\times 930$.

Fig. 7. Schizonte in cui è definitivamente effettuata la divisione multipla del nucleo primario: alla divisione cariosomica ha seguito quella della zona di succo nucleare e s'è costituito un numero di nuclei secondari periferici: ciascuno di questi consta d'un cariosoma e d'un alone di succo nucleare: sempre più accentuata la decolorazione dei nuclei (cariosomi) secondari. $\times 930$.

Fig. 8. Stadio di massima decolorazione dei nuclei secondari: essi giacciono ancora ordinati alla periferia dello schizonte. $\times 930$.

Fig. 9. Formazione di invaginazioni alla superficie dello schizonte: il loro approfondirsi verso l'interno, determina la penetrazione passiva dei nuclei secondari nel corpo citoplasmatico: costesti nuclei tendono a riacquistare una notevole affinità per i colori, basici, la quale diverrà sempre più intensa nelle fasi successive: due nuclei sono colpiti in fase promitotica. $\times 930$.

Fig. 10. Nell'interno dello schizonte si sono costituiti isole e cordoni citoplasmatici tappezzati di nuclei: una serie continua di nuclei trovasi sempre ordinata alla periferia: formazioni cromidiali nel citoplasma. $\times 930$.

Fig. 11. Stadio iniziale del differenziamento degli schizozoiti („Perlenstadium“): formazioni cromidiali nel citoplasma. $\times 930$.

Fig. 12. Cisto prossima a maturità: gli schizozoiti, nettamente differenziati giacciono radialmente intorno a cumuli cromidiali nucleiformi in via di riassorbimento: il plasma residuale che circondava ciascuno di tali cumuli, già è stato riassorbito: parecchi schizozoiti risultano sezionati trasversalmente. $\times 700$.

Fig. 13. Cisti con schizozoiti definitivamente costituiti: parecchi sono sezionati trasversalmente. $\times 930$.

Fig. 14. Cellula o pseudocella nutrice intorno alla quale giacciono impiantati in senso radiale un numero di schizozoiti (questi sono disegnati semischematicamente): nella cisti prossime a maturazione si riscontrano nerie di tali pseudocellule,

ciascuna costituita da un corpo citoplasmatico più o meno rotondeggiante (citoplasma residuale), con contenuto nucleoido, derivante da un concentramento di materiale cromidiale dapprima diffuso nel plasma. $\times 1090$.

Fig. 15. Fase più avanzata della precedente: gli schizozoiti del gruppo rappresentato, per aver completamente assorbito il plasma della pseudocellula nutrice intorno alla quale si sono differenziati, trovansi in diretto contatto col corpo nucleoido: nelle fasi successive, anche di questo si perde traccia, e gli schizozoiti finiscono col rendersi liberi nella cavità della cisti. $\times 1090$.

Fig. 16. Schizozoite definitivamente differenziati. $\times 1900$.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Untersuchungen über die Rotatorienparasiten.

Von

St. Konsuloff

Assistent am Zoologischen Institut zu Sofia.

(Hierzu 9 Textfiguren.)

Im Körper der Rotatorien kommen verschiedene Parasiten vor und zwar in der Leibeshöhle oder in manchen der inneren Organe. Viele von diesen Parasiten sind schon von mehreren Autoren beobachtet, aber wenige sind bis jetzt, wegen technischer Schwierigkeiten und Kleinheit des Objektes, genau beschrieben worden. In zwei früheren Mitteilungen¹⁾ versuchte ich über den Entwicklungskreis von *Bertramia asperospora* FRITSCH und *Bertramia euchlanis* mihi Licht zu werfen. Ich habe meine Untersuchungen nach dieser Richtung fortgesetzt und so ist es mir möglich, die Beschreibung noch einiger Parasitenarten zu geben. Manche dieser Parasiten sind pflanzlicher Natur, deren Entwicklungsstadien manchmal den Sporozoenparasiten sehr ähnlich sind.

Das Untersuchungsmaterial wurde in den Monaten März und April aus der Umgebung von Sofia gesammelt.

1. *Bertramia diglenae* n. sp.

Dieser Parasit aus der Gruppe der *Haplosporidien* steht der *Bertramia asperospora* FRITSCH sehr nahe, nach der Beschreibung,

¹⁾ Untersuchungen über die Rotatorienparasiten *Bertramia asperospora* FRITSCH (Arch. f. Protistenk., Bd. 27 p. 48—60).

Über den Rotatorienparasit *Bertramia euchlanis* n. sp. (Arch. f. Protistenk., Bd. 33 p. 45—48).

die ich für die letztgenannte Art in meiner früheren Mitteilung gegeben habe. Der Unterschied zwischen den beiden Arten besteht in der Größe der Agamonten und Gamonten und besonders in der Form der letztgenannten. Die Agamonten sind wurstförmig aber kleiner (ca. 30–35 μ) als diejenigen bei *B. asperspora* FRITSCH (Fig. 1 a). Die Gamonten sind zitronenförmig, ca. 36 μ lang und mit zwei Hüllen versehen (Fig. 1 e). Die jungen Gamonten sind auch etwas länglich (Fig. 1 b, c, d).

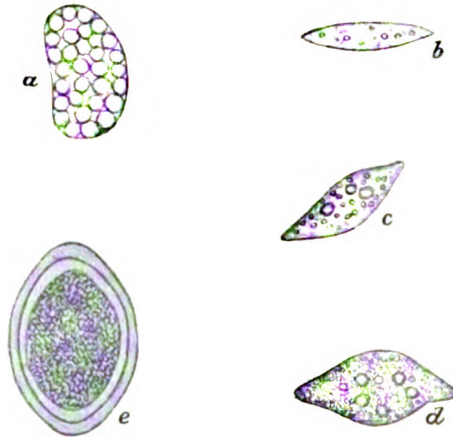


Fig. 1.

Entwicklung von *Bertramia diglenae* n. sp. a = Agamont, b, c, d = junge Gamonten
e = völlig ausgebildeter Gamont.

Ich fand diesen Parasiten in der Leibeshöhle von *Diglena catellina* EHRBG. Die Infektion war verhältnismäßig schwach.

2. *Monocystis minima* n. sp.

Der Parasit hängt frei im Darm des Wirtstieres auf seinem vorderen Ende sind keine Haftorganellen bemerkbar. Keine Gliederung des Körpers. Die Oberfläche des Parasiten ist ganz nackt, das Ectoplasma ist hell und dicht, das Entoplasma körnig, mit vielen lichtbrechenden Tröpfchen. Die gemessene Maximalgröße beträgt 42 μ (Fig. 2 a). Conjugierte Formen sind sehr oft zu treffen.

Wenn die Sporen ausgebildet sind, bemerkt man gegen das hintere Ende des Parasiten einen ziemlich großen Restkörper, der eine orange Farbe aufweist (Fig. 2 b).

Die Sporen sind länglich und schwach nierenförmig, von einer dicken, glänzenden Hülle bedeckt (Fig. 2 c). Ihre Länge beträgt

7 μ . Nach der Reifung platzt die Cystenmembran und die Sporen fallen in den Darm. Ich habe die Gelegenheit gehabt ein Wirtstier

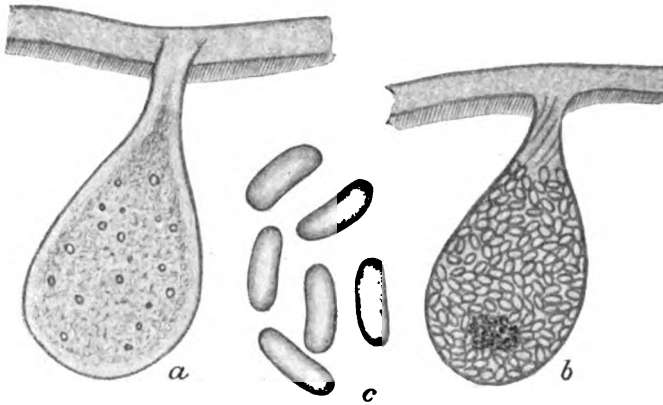


Fig. 2.

Monocystis minima n. sp. aus dem Darm von *Euchlanis dilatata* EHRLG. a = junger Parasit, b = Cyste mit Sporen und Restkörper, c = Sporen (stark vergrößert).

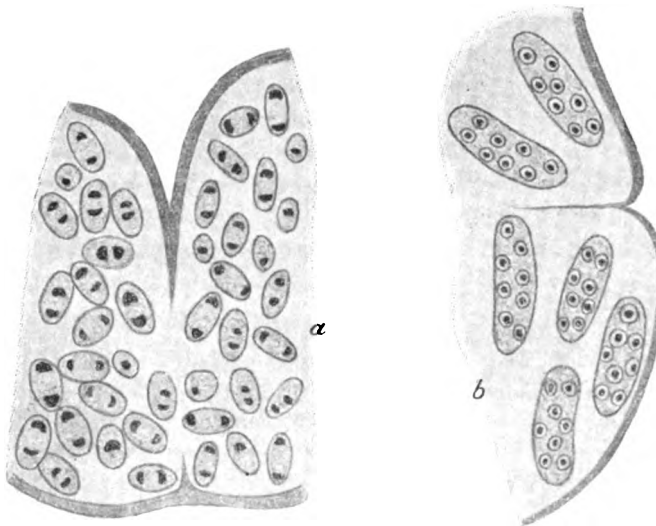


Fig. 3.

Monocystis minima n. sp. aus dem Darm von *Euchlanis dilatata* EHRLG.
a = Kernteilung; b = Sporen mit 8 Sporozoitenkernen.

im Momente der Sporenentleerung zu beobachten: durch das Zusammenziehen des Darmes wurden alle Sporen entleert und das Tier schien dabei ganz munter zu sein.

Auf mit Pikrinessigsäure fixierten, in Schnitten zerlegten und mit Hämatoxylin nach DELAFIELD gefärbten Präparaten konnte ich einige Stadien der Entwicklung beobachten. Die beigegebenen Figuren stellen einige Momente der Kernteilung nach der Zygotenbildung dar, wie auch die ausgebildeten acht Sporozoitenkerne in den Sporen (Fig. 3 a, b).

Zum erstenmal fand ich in diesen Parasiten im vorderen Teil des Darmes von *Euchlanis dilatata* EHRLG., außerdem habe ich *Monocystis*-Parasiten auch bei *Salpina mucronata* EHRLG. beobachten können (Fig. 4). Wenn auch die Gesamtform der Parasiten, wie auch



Fig. 4.

Fig. 4. *Monocystis minima* n. sp. aus dem Darm von *Salpina mucronata* EHRLG. Cyste mit Sporen und Restkörper.

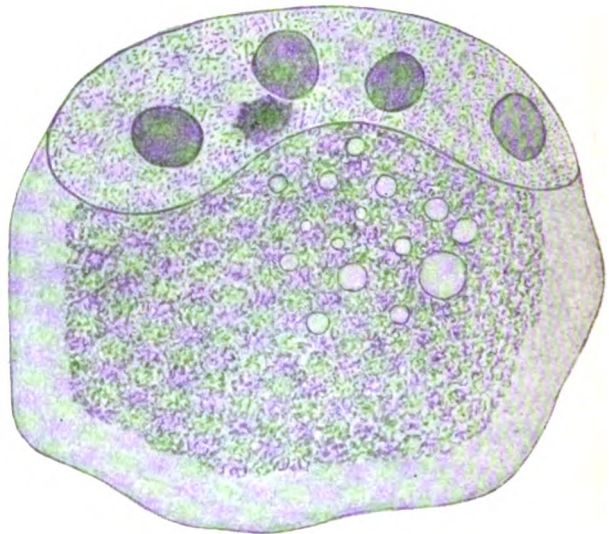


Fig. 5.

Fig. 5. *Monocystis minima* n. sp. aus dem Ovarium von *Salpina mucronata* EHRLG. Junges Stadium.

der Sitz derselben manchmal von derjenigen der *Euchlanis*-*Monocysten* Verschiedenheiten aufwies, glaube ich doch, daß wir es in allen diesen Fällen mit ein und derselben Parasitenart zu tun haben; darin überzeugen wir uns, wenn wir die Sporen der Parasiten vergleichen, die keinen Unterschied zeigen.

Die Infektion von *Salpina mucronata* mit *Monocystis minima* war ziemlich schwach und wurde nur im Monat April beobachtet. Die Parasiten waren an einer breiten Fläche der Darmwand befestigt und bildeten an dieser Stelle eine bedeutende Ausstülpung. Im

übrigen verhalten sich diese Parasiten wie diejenigen von *Euchlanis dilatata*.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß ich diesen Parasiten auch im Ovarium von *Salpina mucronata* gefunden habe. Der Parasit war unter der Ovariumwand gelagert, die in diesem Falle sehr angeschwollen erschien. Das übrig gebliebene Ovarialgewebe war von dem stark ausgewachsenen Parasiten, der hier eine ganz andere Form zeigte, auf einen kleinen Raum zurückgedrängt.

Alle im Ovarium beobachteten Formen waren Syzygienformen von *Monocystis*. Die Vacuolen im Entoplasma bei nicht reifen Cysten waren sehr häufig (Fig. 5). Bei den Parasiten mit reifen Sporen ist ein gelboranger Restkörper klar zu sehen (Fig. 6).

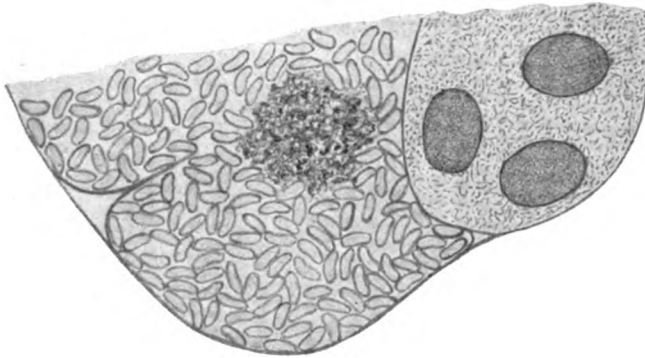


Fig. 6

Monocystis minima n. sp. aus dem Ovarium von *Salpina mucronata* EHRLG.
Syzygie mit Sporen und Restkörper.

Die im Ovarium vorkommenden *Monocystis*-Parasiten waren bedeutend größer als solche im Darm; ihre Länge erreichte bis zu 110 μ .

Die mit Ovarialparasiten behafteten Tiere hatten durchwegs degenerierte Ovarien und gingen gewöhnlich bald zugrunde.

Protozoenparasiten im Darmsystem von Rotatorien sind bis jetzt nur von LEYDIG¹⁾ erwähnt. Im Magen von *Hydatina senta* EHRLG. hat dieser Forscher Parasiten beobachtet, die *Distigma proteus* ähnlich sein sollten. Ohne diese Parasiten selbst beobachtet haben, gab ihnen STFIN²⁾ den Namen *Monocystis Leydigi*; sie sind nicht mehr wiedergefunden worden. Obwohl ich Parasiten in der Darmhöhle von

¹⁾ MÜLLER's Archiv, 1857, S. 415, Taf. 16 Fig. 6.

²⁾ STEIN, FR. Der Organismus der Infusionstiere, 1867, II. Abteilung S. 8.

Hydatina senta vielmals gesucht habe, doch konnte ich keine Sporozoen dort entdecken. Infolge der Unvollkommenheit der von LEYDIG gegebenen Beschreibung, kann ich nicht sagen, ob die von mir in *Euchlanis dilatata* und in *Salpina mucronata* gefundenen Parasiten etwas mit dem LEYDIG'schen Parasiten gemeinsam haben. Sollte die Behauptung LEYDIG's richtig sein, daß der *Hydatina*-Parasit zwei Augenflecken besitzt, so würde dies gegen eine Homologisierung der von mir beobachteten und der von LEYDIG beschriebenen Parasiten sprechen.

Botellus sp. (?)

1897 hatte LENNSEN¹⁾ über die in den Magen­zellen von *Hydatina senta* EHRLG. gefundenen Parasiten eine Mitteilung gemacht, ohne die Stellung derselben im Sporozoensystem klarlegen zu können. In der Monographie von LABBE²⁾ sind dieselben als *Botellus* sp. LENNSEN erwähnt.

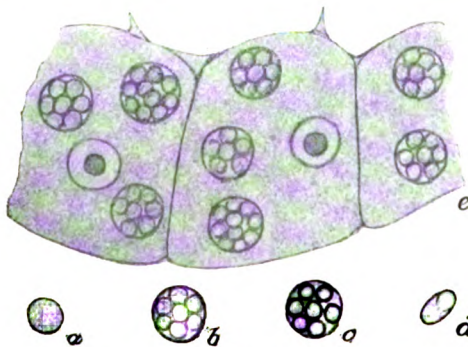


Fig. 7.

Botellus sp. LENNSEN, in den Magen­zellen von *Hydatina senta* EHRLG. a = junger Parasit; b, c = Parasiten mit Sporen; d = reife Spore; e = einige infizierte Magen­zellen.

Ich hatte die Gelegenheit, diese Parasiten, die sehr leicht zu erkennen sind, mehrmals zu beobachten und zwar im Körper von *Hydatina senta* und *Brachionus pala* EHRLG.

Der Parasit kommt in sehr großer Zahl in den Magen­zellen der Wirtstiere vor; im Material waren fast alle Tiere befallen. Die infizierten Rotatorien sind schon bei schwacher Vergrößerung durch die blaßgelbe Farbe

ihres Magens leicht zu erkennen. Die kleinen von derselben sind in kugelförmiger Form; die größeren, die in Mehrzahl sind, haben je nach der Reifung der Sporen ein verschiedenes Aussehen (Fig. 7 a, b). Die Sporenkonturen sind anfangs undeutlich; später werden sie immer deutlicher, aber die Sporenmembran bleibt noch immer dünn.

¹⁾ LENNSEN Sur la présence de Sporozoaires chez un Rotateur. (Zool. Anzeiger, Bd. 20, S. 330.)

²⁾ Das Tierreich, 5. Lieferung.

Am häufigsten trifft man Parasiten, deren ausgebildete Sporen eine dicke, glänzende Hülle besitzen (Fig. 7 c). Alle diese Entwicklungsstadien können *in viro* in einem Wirtstier, ja sogar in ein und derselben Magenzone verfolgt werden.

Nur in seltenen Fällen habe ich das Platzen der Oocysten und das Austreten der Sporen beobachtet, wahrscheinlich findet dieser Vorgang erst nach dem Tode des Wirtstieres statt.

Die Sporen selbst sind etwas länglich, mit einer Vacuole (Fig. 7 d). Die Zahl der Sporen ist nicht konstant. Sie sind gewöhnlich 8 oder 16, es gibt aber auch Fälle mit 4 oder 32 Sporen.

Die Größe der erwachsenen Parasiten beträgt ca. 15 μ , die der Sporen 4,5 μ .

Von infizierten, mit Pikrinessigsäure fixierten *Hydatina senta* wurden Schnitte angefertigt und mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN und Hämatoxylin nach DELAFIELD gefärbt. An solchen Präparaten konnte ich die Entstehung der Sekundärkerne beobachten und zwar sowohl die erste Kernteilung, wie auch manche von den nachfolgenden Kernteilungen. Auf diese Weise entstehen die Stadien mit mehreren im Plasma verstreuten Kernen. Durch Kondensierung von einer



Fig. 8.

Botellus sp. LENNEN. a, b = Kernteilung; c = Stadien mit mehreren Kernen; d = Bildung der Sporen, im Zentrum ein Restkörper; e = Spore mit Sporozoiten (stark vergrößert).

dünnen Plasmaschicht um die so ausgebildeten Kerne werden die fertigen Sporen gebildet. In diesem Bildungsprozeß wird nicht das ganze Plasma verbraucht, sondern ein Teil desselben bleibt im Innern des Körpers als Cystalresidium liegen (Fig. 8 a—d). Die reifen Sporen färben sich sehr schwer; ich habe aber den Eindruck bekommen, daß jede Spore zwei Sporozoiten enthält, die am hinteren Teil derselben gelagert sind (Fig. 8 e).

Schizogonie bei diesem Parasiten habe ich nicht beobachten können. Die mangelnde Kenntnis der Entwicklung läßt vorläufig die systematische Zugehörigkeit des Parasiten nicht mit Sicherheit entscheiden.

4. Pflanzliche Parasiten in Rotatorien.

In der Leibeshöhle gewisser Rotatorien kommen manchmal parasitische, kugelige Gebilde vor, die den von mehreren Autoren beobachteten kugeligen Stadien, den Gamonten von *Bertramia asperspora* FRITSCH sehr ähnlich sind. Die genaue Untersuchung dieser Gebilde überzeugte mich, daß sie mit den Sporozoenparasiten nichts zu tun haben, sondern Dauersporangien von niederen Pilzen darstellen, bei welchen das Mycelium ausgestorben ist. Und dies wird die Ursache sein, daß diese Sporangien mit Sporozoencysten verwechselt worden sind.

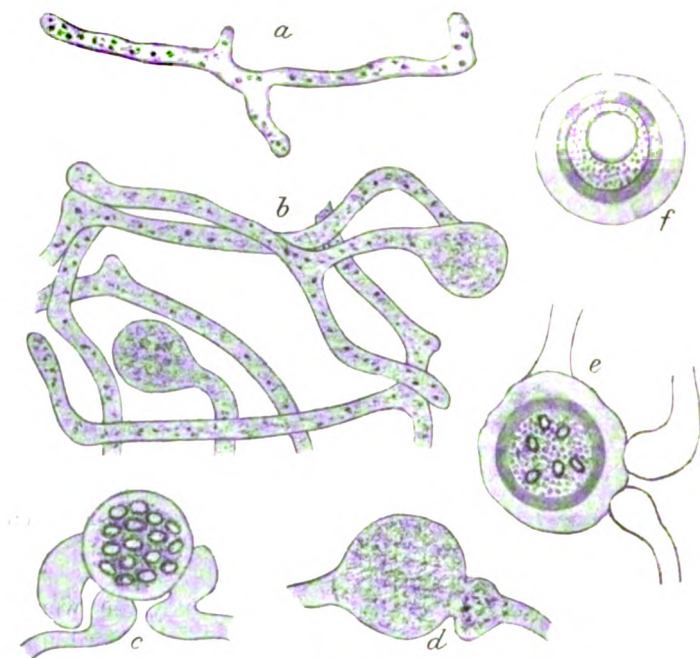


Fig. 9.

Pythium sp. a, b = Mycelium des Pilzes; c, d = Befruchtung des Oögoniums; e, f = Dauersporangien.

Die pflanzlichen Parasiten fand ich in der Leibeshöhle von *Hydatina senta* EHRBG. Die kugeligen Dauersporangien sind mit je zwei Hüllen versehen, mit einer äußeren, dickeren, an der Oberfläche zerknitterten und mit einer inneren, dünneren, aber dichterem. Im Zentrum oder etwas exzentrisch liegend, findet man eine große Vacuole. Die Größe des ganzen Gebildes beträgt $30\ \mu$ (Fig. 9 f).

Vor diesem eben geschilderten Stadium sind noch die folgenden Entwicklungsmomente zu beobachten. Die Schwärmsporen keimen und bilden ein Mycelium, daß sich immer mehr und mehr verzweigt, und dabei einzellig bleibt (Fig. 9 a, b). Die Breite der Mycelhyphen beträgt 3,5—4 μ . Das völlig ausgebildete Mycelium durchdringt die ganze Leibeshöhle, sich zwischen den verschiedenen Organen hineinschiebend. Auf den Astenden werden die Sporangien gebildet (Fig. 9 b). Bald bilden sich auch die Antheridien und Oogonien (Fig. 9 c, d). Die Membran zwischen den Antheridien und Oogonien wird aufgelöst und der Inhalt des Antheridiums fließt in das des Oogonium hinein. Die Oospore zieht sich etwas zusammen und ihre zwei Hüllen werden ausgebildet. Während der Zeit bleiben die leeren Antheridien an der Oberfläche der Oospore angelehnt stehen (Fig. 9 e). In der Oospore sind anfangs mehrere kleine Vacuolen sichtbar, die sich später zu einer großen Zentralvacuole vereinigen (Fig. 9 f). In diesem Zustande bleibt die Oospore wahrscheinlich bis zum nächsten Herbst oder Frühling liegen.

Diese Parasiten sind in lebenden Rotatorien sehr oft beobachtet. Die stark infizierten Tiere sterben bald; in diesem Fall beendigen die Parasiten ihre Entwicklung in dem Leibe des Wirtstieres.

Ihrer systematischen Zugehörigkeit nach sind die erwähnten Parasiten mit großer Wahrscheinlichkeit zwischen den Saprolegniaceen zu stellen und zwar zu der Gattung *Pythium*.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Kleinere Mitteilungen.

Aus dem Seuchenlazarett Lügumkloster.
(Chefarzt: Oberstabsarzt Dr. METZ.)

Über Copulationsvorgänge (?) bei *Spirochaeta obermeieri*.

Von
Fritz Levy (Berlin).

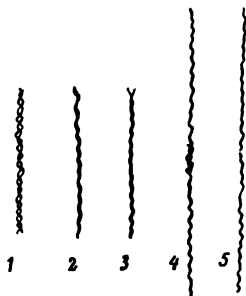
(Hierzu 1 Textfigur.)

Über die Art der Fortpflanzung bei den Spirochäten stehen sich bekanntlich zwei Auffassungen gegenüber. Nach R. KOCH findet bei der Spirochäte des afrikanischen Rückfallfiebers eine Querteilung statt. Bei der *Spirochaeta pallida* beschrieb SCHAUDINN das Auftreten einer Längsteilung. Dort soll sich erst der Körper verdicken, dann zunächst eine Teilung der geißelartigen Fortsätze erfolgen und schließlich die vollständige Längsteilung stattfinden.

Bei den zahlreichen Blutuntersuchungen auf Rückfallfieber, die ich in der letzten Zeit auszuführen hatte, machte ich bei Dunkelfeldbeleuchtung folgende Beobachtung, die, wie ich glaube, etwas zur Klärung der Vorgänge beiträgt.

Zwei Spirochäten von normaler Größe schwimmen aufeinander zu und umringeln sich wie zwei Schlangen (Fig. 1). Sie legen sich dabei so dicht aneinander, daß sie zu verschmelzen scheinen. Das Paar bleibt einige Sekunden vereinigt. Man glaubt eine dicke

Spirochäte vor sich zu haben (Fig. 2). An den Enden beginnt die Trennung bei den Geißelfortsätzen (Fig. 3). Dann entfernen sich die Copulanten so voneinander, daß die eine Spirochäte sich an der anderen entlangringelt (Fig. 4). So scheint eine Spirochäte zu entstehen, die doppelt so lang ist als eine gewöhnliche. Die letzte Trennung macht dadurch naturgemäß den Eindruck einer Querteilung (Fig. 5). Der ganze Vorgang dauert etwa eine Minute.



Daß es sich hier um eine Art von Copulation handelt, vermute ich daraus, daß im selben Präparat noch Spirochäten zu finden waren von etwa $\frac{1}{3}$ der normalen Größe. Den Teilungsvorgang, durch den diese aus den getrennten Copulanten entstehen, habe ich noch nicht beobachten können.

Der Copulationsvorgang findet bei der *Spirochaeta obermeieri* (*F. recurrens*) beim Beginn des Fieberanstieges im strömenden Blute statt.

Zum Schlusse möchte ich nach meinen bisherigen Erfahrungen kurz auf die große Bedeutung hinweisen, die der Dunkelfeldbeleuchtung bei der Seuchenbekämpfung in diesem Kriege zukommt. Mit Dunkelfeldbeleuchtung, aber auch nur mit ihr, gelang es, zweifelhafte Fälle Beri-Beri-ähnlicher Erkrankungen mit spärlichen Spirochäten als Rückfallfieber zu erkennen. Während die Spirochäten, wenn sie nur vereinzelt da sind, im gefärbten Präparat oft verdeckt und unkenntlich sind, machen sie sich bei Dunkelfeldbeleuchtung durch ihre Bewegung bemerkbar. Dabei werden dann auch leicht vereinzelte Malaria plasmodien entdeckt.

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Sammelreferat.

Neuere Untersuchungen über die Darmamöben des Menschen.

Von
V. Jollos (Berlin).

- AKASHI, M. (1913): I. Studien über die Morphologie und Entwicklung der Entamoeba coli LÖSCH emend. SCHAUDINN in Japan. II. Studien über die Ruhramöben in Japan und Nordechina. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 17 Beiheft 8.
- CRAIG, C. (1913): The identity of Entamoeba histolytica and Entamoeba tetragena with observations upon the morphology and life cycle of Entamoeba histolytica. Journ. Inf. Dis. Vol. 13.
- DARLING, S. T. (1913): Observations on the Cysts of Entamoeba tetragena. Arch. Internal Med. Vol. 11.
- HARTMANN, M. (1913): Morphologie und Systematik der Amöben. in: KOLLE-WASSERMANN, Handbuch der pathogenen Microorganismen 2. Aufl. Bd. 7 Jena (G. Fischer).
- IZAB, G. (1914): Studien über Amöbenenteritis. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. Bd. 18.
- KARTULIS (1913): Die Amöbendysenterie. Ibid. Bd. 7.
- KUENEN, W. A. u. N. H. SWELLENGREBEL (1913): Die Entamöben des Menschen und ihre praktische Bedeutung. Centralbl. f. Bakt. Abt. I Bd. 71.
- MATHIS, C. (1913): Entamibes des Singes. Bull. Soc. Médico-chirurg. de l'Indochine T. 4.
- WALKER, E. L. and A. W. SELLARDS (1913): Experimental entamoebic Dysentery. Philippine Journ. of Science Vol. 8.
- WENYON, C. M. (1912): Experimental amoebic dysentery and liver-abscess in cats. Journ. London School Trop. Med. Vol. 2.

Im Laufe der letzten beiden Jahre¹⁾ ist eine Reihe wichtiger Untersuchungen über die im menschlichen Darm vorkommenden Amöben erschienen, durch die manche zuvor noch vorhandenen Widersprüche beseitigt und die Beziehungen der bisher beschriebenen Formen zueinander sowie zu dysenterischen Erkrankungen des Menschen im wesentlichen entschieden werden. Da die Ergebnisse der in verschiedenen Weltgegenden arbeitenden Forscher nunmehr im allgemeinen übereinstimmen, so erscheint es angebracht, die neuen Veröffentlichungen zusammenfassend zu besprechen, zuvor aber einen Überblick über den Gang der Forschung auf diesem Gebiete zu geben:

Durch die grundlegende Arbeit SCHAUDINN's (1903) wurde die vorher viel umstrittene Frage nach der pathogenen Bedeutung der Darmamöben des Menschen im Prinzip geklärt. SCHAUDINN lehrte zwei bis dahin nicht auseinander gehaltene parasitische Formen unterscheiden: 1. die weit verbreitete harmlose *Entamoeba coli*, charakterisiert durch relativ große 8kernige Cysten, einen auch im Leben gut erkennbaren chromatinreichen Kern mit deutlicher Kernmembran sowie durch geringe Beweglichkeit bei wenig hervortretender Sonderung von Ecto- und Entoplasma, und 2. die pathogene, die TROPENDYSENTERIE verursachende *Entamoeba histolytica*, die im Gegensatz zur *E. coli* lebhaft beweglich ist und dabei deutliche Scheidung von Ecto- und Entoplasma zeigt und einen chromatinarmen Kern mit kaum erkennbarer Membran sowie sehr kleine, durch eigenartige Knospungsprozesse entstehende Cysten besitzen sollte.

Zu diesen beiden Arten kam nach einigen Jahren auf Grund der Beobachtungen von VIERECK und HARTMANN eine zweite pathogene Form, *Entamoeba tetragena*, die sich von der *E. histolytica* nach den Angaben SCHAUDINN's vor allem durch den Besitz 4kerniger Cysten von etwas geringerer Größe als die 8kernigen der *E. coli* unterschied und einen Kern mit deutlichem Caryosom und gut ausgebildeter Membran besaß. Zu den bisher erwähnten drei Arten wurden in der Folge noch einige weitere hinzugefügt (*E. minuta* ELMASSIAN, *E. nipponensis* KOIDZUMI, *E. brasiliensis* ARAGAO, *E. williamsi*, *E. hartmanni*, *E. bütschlii* PROWAZEK), die aber keine besondere Bedeutung zu besitzen scheinen, da sie nur — relativ seltene — Varianten der *E. coli* oder *E. histolytica* darstellen. Die beiden erst-

¹⁾ Das Referat ist im März 1914 bei der Redaktion eingegangen, der Druck durch äußere Umstände verzögert worden.

genannten Formen konnten bei genauerer cytologisch-entwicklungsgeschichtlicher Untersuchung sogar direkt als Stadien der *E. coli* resp. der „*E. tetragena*“ nachgewiesen werden.

Auf Grund genauerer cytologischer Prüfung waren endlich auch Amöben anderer Art — Vertreter der Gattung *Vahlkampfia*, sog. *Limax*-Amöben —, die nur gelegentlich in den menschlichen Darm geraten, von den parasitischen Entamöben leicht zu unterscheiden. Derartige *Limax*-Amöben wurden wiederholt aus dysenterischen Stühlen gezüchtet und von cytologisch unzulänglich geschulten Untersuchern mit den Dysenterieamöben verwechselt. Noch in den letzten Jahren finden sich Mitteilungen über solche „Kulturen von Dysenterieamöben“, die mit den wirklichen — bisher nicht kultivierbaren — Dysenterieamöben nichts zu tun haben.

Die genauere cytologische Untersuchung bahnte aber noch eine weitere Vereinfachung der Dysenterieamöbenfrage an. Nach den Veröffentlichungen von VIERECK und HARTMANN wurde in den verschiedensten Ländern, auch in solchen, in denen zuvor *E. histolytica* gefunden worden war, „*E. tetragena*“ festgestellt, und auch bei den meisten älteren als *histolytica*-Infektionen angesprochenen Fällen konnte bei einer Nachprüfung von HARTMANN mit Sicherheit *E. tetragena* nachgewiesen werden, vor allem auch bei dem größten Teile des SCHAUDINN'schen Materials. Ferner fanden sich bei sicherer (durch Feststellung der 4 kernigen Cysten dargetanen) „*Tetragena*“-Infektion Stadien, deren Kern durchaus dem der *E. histolytica* nach SCHAUDINN glich, und schließlich wurden in derartigen Fällen, besonders nach medikamentöser Behandlung, auch Formen beobachtet, die ganz der sog. Knospen- und Cystenbildung von *E. histolytica* entsprachen, aber als Degenerationsformen anzusprechen waren (HARTMANN, ORNSTEIN).

Die genaueren morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen HARTMANN's machten also schon die Identität der beiden unterschiedenen Dysenterieamöben in hohem Maße wahrscheinlich; definitiv war eine solche Identität aber noch durch mit der cytologischen Prüfung parallel gehende experimentelle Übertragungen zu beweisen.

Einen entsprechenden Standpunkt vertritt die vorliegende zusammenfassende Amöbendarstellung von HARTMANN. Eingehend werden hier Vertreter der *Limax*-Amöben sowie sämtliche bekannten Entamöben besprochen, *E. tetragena* und *E. histolytica* zwar noch getrennt, aber für höchst wahrscheinlich identisch erklärt unter der Annahme, daß SCHAUDINN zum großen Teil degenerierende Formen vor sich hatte.

Eine ausführliche Schilderung von Dysenterieamöben aus Japan und Nordchina gibt AKASHI. Stets fand er nur eine pathogene Amöbenart, die der „*E. tetragena*“ durchaus entsprach. Daneben gefundene mit *E. nipponica* KOIDZUMI übereinstimmende Formen hält er zumeist für degenerierende Körperzellen. Ferner verfolgte AKASHI auch den Entwicklungsgang von *E. coli*, wobei er sämtliche von SCHAUDINN beschriebenen Stadien, vor allem auch die als Autogamie gedeuteten, wiederfand. Daß es sich dabei aber tatsächlich um autogame Prozesse handelt, was von HARTMANN u. WHITMORE bestritten worden war, wird auch durch AKASHI nicht bewiesen; aus den ungefähr gleichzeitig erschienenen Mitteilungen von KUENEN u. SWELLENGREBEL geht vielmehr hervor, daß die sog. Reduktionsteilungen in der Cyste von *E. coli* nur gelegentliche abnorme heteropole Kernteilungen darstellen, ohne irgendwelche Beziehungen zu Befruchtungsvorgängen.

KUENEN u. SWELLENGREBEL haben auf Sumatra auch den Entwicklungsgang der Dysenterieamöben untersucht, die sie gleichfalls für zu einer Art gehörig halten. In Übereinstimmung mit AKASHI, DARLING, HARTMANN, WALKER u. a. unterscheiden sie drei Stadien: Zunächst große Amöben, die in das Epithel und die tiefer liegenden Schichten eindringen und Geschwüre und damit auch die eigentlichen dysenterischen Erscheinungen hervorrufen (sog. Histolyticastadium). Diese Formen, die mit den von HARTMANN ursprünglich als „vegetative Tetragenastadien“ beschriebenen identisch sind, finden sich vor allem also während der akuten Erkrankung. Mit dem Zurückgehen der eigentlichen dysenterischen Erscheinungen tritt das zweite Stadium hervor, bei dem die Amöben kleiner sind, einen relativ kompakteren Kern besitzen und nicht mehr in die Darmwand eindringen, sondern im Darmlumen bleiben. KUENEN u. SWELLENGREBEL (und ebenso WALKER u. a.) identifizieren dieses Stadium mit der *E. minuta* ELMASSIAN und bezeichnen es daher als „Minutastadium“, doch ist demgegenüber zu bemerken, daß auch bei *E. coli* ähnliche kleine Formen vorkommen, so daß es nicht ganz sicher ist, zu welcher von beiden Amöbenarten die Form ELMASSIAN's gehörte. Aus dem „Minutastadium“ („small generation“ DARLING's) gehen endlich die typischen 4kernigen Cysten hervor, doch betonen KUENEN u. SWELLENGREBEL im Gegensatz zu den früheren Anschauungen, daß es sich bei den kleinen Amöben nicht nur um ein vorübergehendes Präencystierungsstadium handelt, sondern gewissermaßen um die zentrale Form, die sich monatelang unverändert erhalten kann und aus der nicht nur die Cysten, sondern

umgekehrt häufig auch wieder die großen *Histolytica*-formen hervorgehen.

Praktisch von Bedeutung ist die von den genannten beiden Untersuchern festgestellte verschiedene Resistenz der verschiedenen Stadien. So wurden durch das jetzt viel angewandte Emetin nur die „*Histolytica*“-stadien abgetötet, während die kleinen „*Minuta*-formen“ und die Cysten in vivo wie in vitro relativ unempfindlich dagegen waren. — Die Cysten der Dysenterieamöben halten sich nach KUENEN u. SWELLENGREBEL, wenn sie feucht bleiben, mehrere Tage außerhalb des Körpers, sollen dagegen Austrocknung nicht überstehen können.

Die Arbeit von CRAIG bringt gegenüber den eben besprochenen sowie den noch zu behandelnden von WALKER und DARLING kaum Neues. CRAIG hatte zunächst die Angaben SCHAUDINN's bestätigt, später ebenso die ersten Mitteilungen von VIERECK u. HARTMANN über *E. tetragena*. Jetzt tritt er besonders entschieden für die Identität von *E. histolytica* und *tetragena* ein und betont vor allem die große Variabilität des Kernbildes, das zwar eine Unterscheidung von Entamöben und freilebenden Formen, nicht aber eine Differentialdiagnose zwischen den Entamöben gestatte. Zwischen „*tetragena*“- und „*histolytica*“-Kernen lassen sich alle Übergänge feststellen, wobei während der akuten Periode der sog. *Histolytica*-Kerntyp, späterhin dagegen der *Tetragenatyp* vorherrschen soll (also gerade umgekehrt, wie es von anderen Untersuchern angegeben wird).

Während es sich bei den bisher behandelten Veröffentlichungen vorwiegend um morphologisch-entwicklungsgeschichtliche Arbeiten handelt, stützen sich die Untersuchungen von DARLING und WALKER auch auf ein großes experimentelles Material.

Über die Arbeiten von DARLING in Panama ist in diesem Archiv bereits berichtet worden (vgl. Referat Bd. 30). Der Vollständigkeit wegen sei hier nur nochmals angeführt, daß er bei dem gleichen Kranken nebeneinander *tetragena*- und *histolytica*-Stadien, auch die sog. Knospung und Cystenbildung, beobachtete und vor allem diese „*histolytica*“-Formen auch bei Katzen feststellen konnte, die nur mit „*tetragena*“-Cysten infiziert worden waren. Damit finden die für die Identität von *E. histolytica* und *E. tetragena* angeführten vergleichend cytologischen Befunde auch eine experimentelle Bestätigung.

Sehr ausgedehnte und sorgfältige Übertragungsexperimente stellte gleichzeitig WALKER (zum Teil zusammen mit SELLARD) auf den Philippinen an eingeborenen Sträflingen an. Schon in einer früheren Untersuchung hatte er wohl als erster die Identität von *E. histo-*

lytica und *E. tetragena* nachdrücklich vertreten. Auch in der vorliegenden Arbeit betont er diesen Standpunkt, für den er an morphologischen Beobachtungen ebenso wie die anderen Forscher das Vorhandensein von Übergängen zwischen beiden Formen sowie ihren Nachweis im Verlaufe der gleichen Erkrankung angeführt hatte. Die Übertragungsversuche WALKER's dagegen sind auf eine viel breitere Basis gestellt und prüfen überhaupt die Rolle der verschiedenen im Darme des Menschen gefundenen oder aus ihm kultivierten Amöben. In drei getrennten Serien wurden Infektionsversuche mit Kulturamöben, *Entamoeba coli* und Dysenterieamöben unternommen.

Die Kulturamöben waren aus menschlichem Darm, aus Tümpeln oder Heuaufgüssen gewonnen worden. Nach ihrer Aufnahme durch die Versuchsperson konnten sie niemals wieder durch direkte mikroskopische Untersuchung des Stuhles, wohl aber ziemlich regelmäßig bei Anlage von Kulturen aus den Fäces während der nächsten Tage gefunden und mit dem jeweiligen Ausgangsstamme identifiziert werden. Nach einigen Tagen waren sie aber stets vollständig aus dem Darminhalte verschwunden, ohne je irgendeine Erkrankung hervorgerufen zu haben. Auf dem Nährboden von MUSGRAVE und CLEGG (mit dem WALKER all diese Versuche anstellte) kultivierbare Amöben können sich also im Darme des Menschen nicht entwickeln, sondern werden rasch ausgeschieden, während umgekehrt, wie weitere Versuche zeigten, die echten parasitischen Entamöben des Menschen niemals auf dem erwähnten Nährboden kultivierbar waren.

Sehr lehrreich erscheint in diesem Zusammenhange eines der Experimente WALKER's, bei dem eine bestimmte wiederholt benutzte Kulturamöbe, die aus dysenterischen Fäces gezüchtet worden war; eingegeben wurde. Wie in den meisten entsprechenden Fällen wurde sie, wie die kulturelle Prüfung der Fäces ergab, während der nächsten Tage ausgeschieden. Dann aber am 35. Tage nach der Verabreichung der Kultur, als die eingegebenen Amöben schon längst vollständig wieder aus dem Darme entfernt waren, erkrankte die Versuchsperson an Dysenterie und schied dann während langer Zeit typische Dysenterieamöben aus, während die eingegebene Kulturamöbe sich nie wieder in den Fäces fand. Offenbar war hier ohne jeden Zusammenhang mit der aufgenommenen Kultur eine Infektion mit Dysenterieamöben erfolgt oder eine früher überstandene Amöbendysenterie rezidiert. Dieser Fall zeigt aber besonders schön, wie leicht hier auch die Kultur- und Übertragungsversuche, wenn sie

nicht durch cytologische Prüfung unterstützt werden, zu groben Trugschlüssen führen können!

In einer zweiten Versuchsserie gelang es WALKER, von 20 Personen 17 mit *E. coli* zu infizieren, ohne daß auch nur eine von ihnen in der Folge Krankheitserscheinungen aufwies.

Bei den Übertragungsversuchen mit Dysenterieamöben wurden von 20 Personen 18 infiziert (darunter 3 von 4, die nur vegetative Formen aufgenommen hatten, allerdings bei gleichzeitiger Neutralisierung der Magensäure). Die Inkubationsdauer schwankte erheblich, betrug aber im Durchschnitt nicht ganz 6 Tage.

Von den 18 erfolgreich infizierten Versuchspersonen erkrankten nur 4 an Dysenterie, während die anderen dauernd gesund, aber während langer Zeit Dysenterieamöbenausscheider blieben. Worauf der überraschend große, aber anscheinend auch mit den Verhältnissen unter natürlichen Bedingungen übereinstimmende Prozentsatz an latenten Infektionen beruht, ist unklar.¹⁾ Auf jeden Fall bedeuten aber, wie auch DARLING sowie KUENEN u. SWELLENGREBEL u. a. hervorheben, gerade diese gesund bleibenden Dauerausscheider im gleichen Maße wie die von dysenterischer Erkrankung wieder hergestellten, eine große Gefahr für ihre Umgebung, da sie vor allem die Verbreitung der Infektion vermitteln.

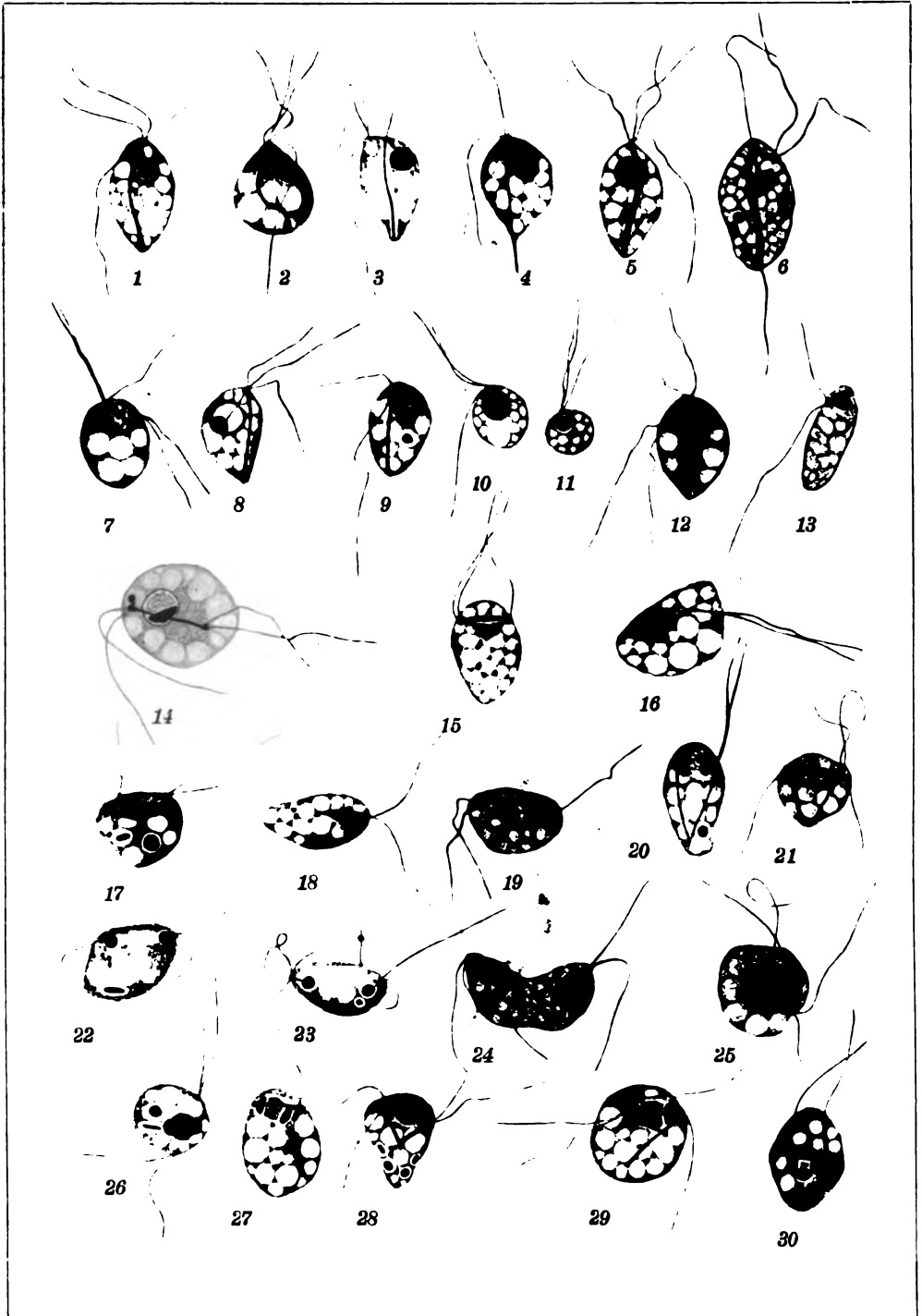
Interessant ist in diesem Zusammenhange die Beobachtung WALKER's, daß ein von einem früher an Dysenterie Erkrankten gewonnener Dysenterieamöbenstamm zunächst durch zwei Versuchspersonen ging, die gesund blieben, aber Dauerausscheider wurden; bei der dritten Passage jedoch kam es zu einer dysenterischen Erkrankung, ein Beweis, daß die Amöben ihre Pathogenität durchaus bewahrt hatten. — (Auch bei Katzenpassagen bleibt die Pathogenität und Lebensfähigkeit der Dysenterieamöben, wie WENYON im Gegensatz zu Angaben früherer Untersucher mitteilt, vollständig erhalten, so daß es z. B. noch auf einer späteren Katzenpassage zur Ausbildung eines Leberabszesses kam.)

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei Übertragungsversuchen auf Katzen. Nur zu häufig gelingt auch hier bei sicher nachgewiesener *Entamoeba histolytica* die Infektion nicht oder sie führt wenigstens zu keiner dysenterischen Erkrankung. Es erscheint daher verfehlt, den Ausfall der Übertragung auf Katzen als sicherstes oder gar einzigstes Kriterium für die Unterscheidung von *Entamoeba histolytica* und *E. coli* anzugeben, wie dies KRAUSE noch in jüngster Zeit in einer der ganzen cytologisch-entwicklungsgeschichtlichen Forschung auf diesem Gebiete und besonders dem Verdiente SCHAUDINN's um die Klärung der Dysenterieamöbenfrage in keiner Weise gerecht werdenden Darstellung tut. (Deutsche med. Wochenschr. 1915 Nr. 36.)

Als Ergebnis sämtlicher hier besprochener Arbeiten wäre also festzustellen, daß im menschlichen Darms weit verbreitet bisher nur zwei parasitische Amöben festgestellt worden sind, eine harmlose, *Entamoeba coli*, und eine pathogene, deren richtige Entwicklungsstadien zwar hauptsächlich als *Entamoeba tetragena* beschrieben wurden, die aber nach den Nomenklaturregeln wieder den Namen *Entamoeba histolytica* führen muß. Der Name *E. tetragena* ist zu streichen ebenso wie der erneut vorgeschlagene *E. dysenteriae*.

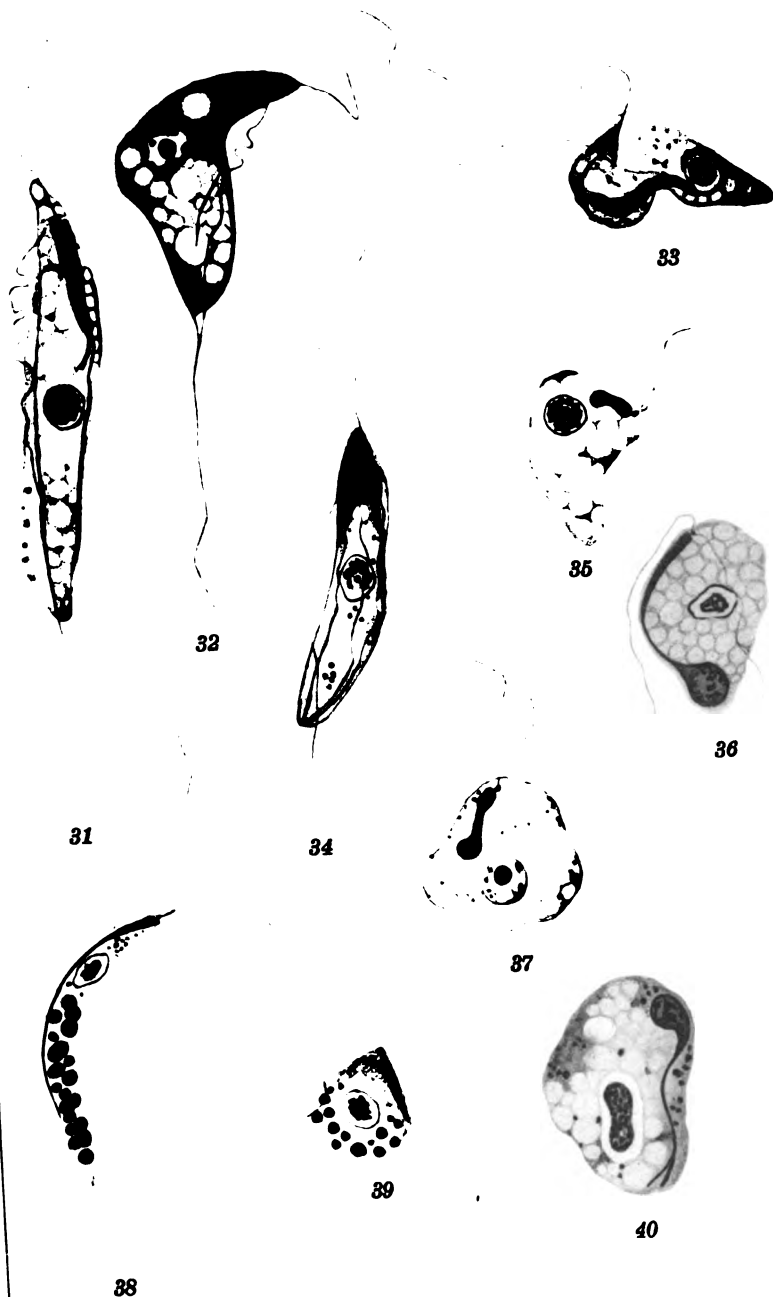
Über die pathologisch-anatomischen Veränderungen und über das klinische Bild der Amöbendysenterie wird in den Arbeiten von KARTULIS u. IZAR eingehend berichtet, in der ersteren auch über die Therapie. MATHIS endlich konnte auch bei Affen zwei verschiedene Amöbenarten nachweisen, die den beiden Entamöben des Menschen offenbar entsprechen, wenn nicht überhaupt mit ihnen identisch sind.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.



Karl Bēlat gez.

J. B. Obernetter, München, reprod.



Karl Bölat gez.

J. B. Obernetter, München, reprod.



41



42



47



43



44



45



46



49



48



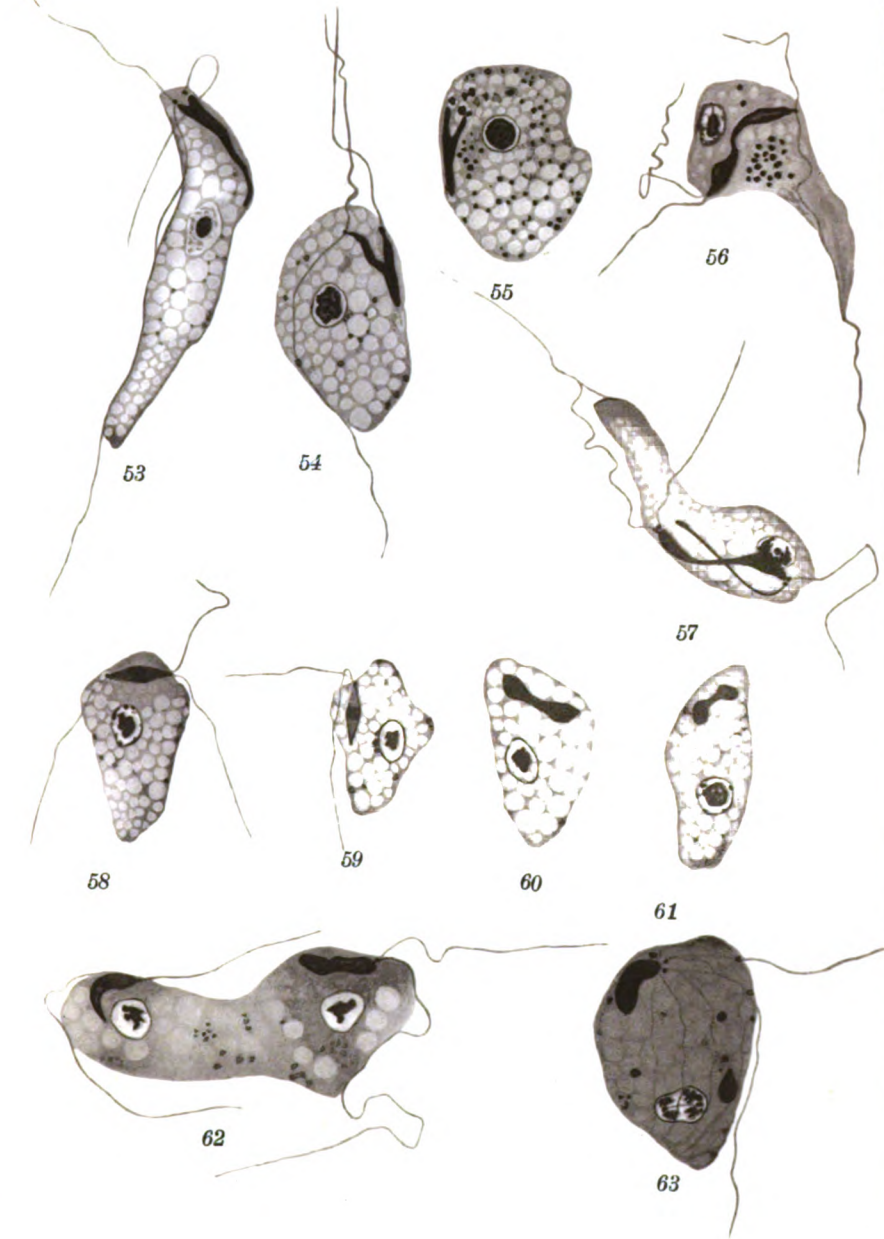
50



51

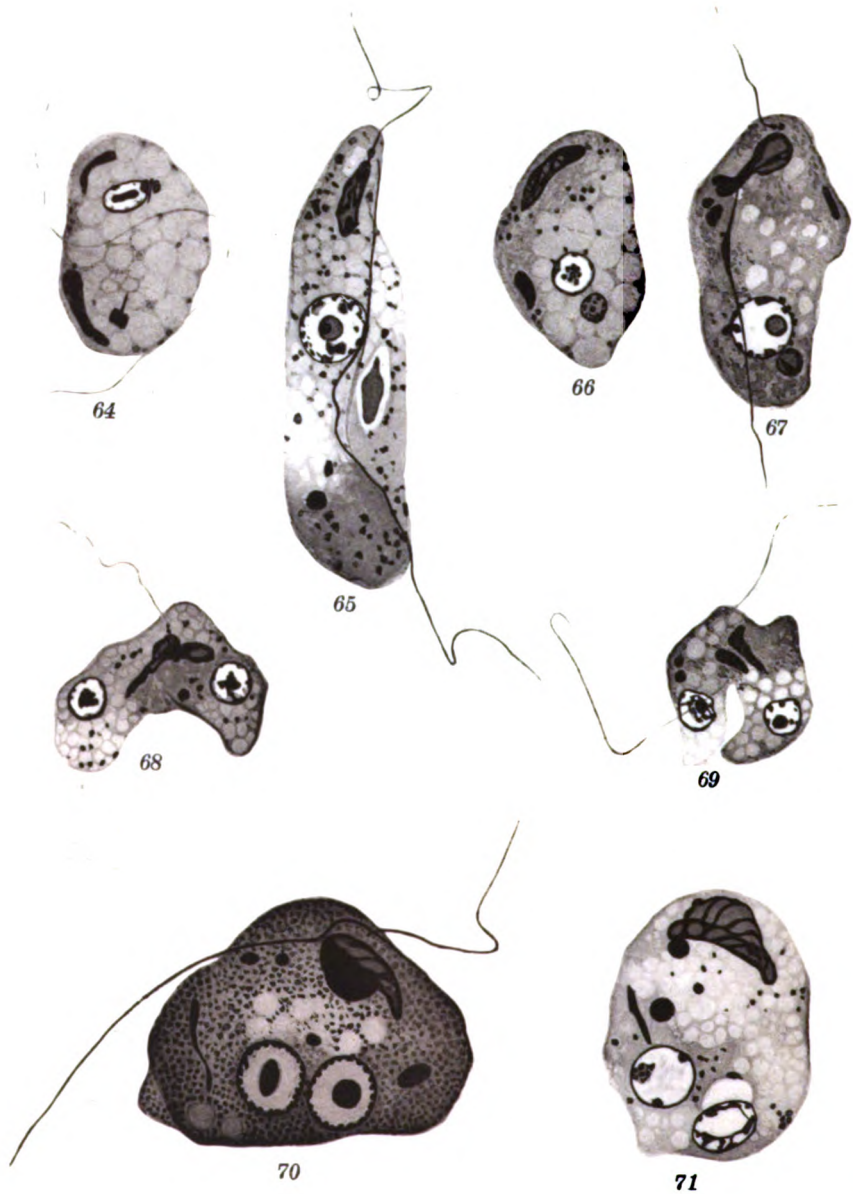


52



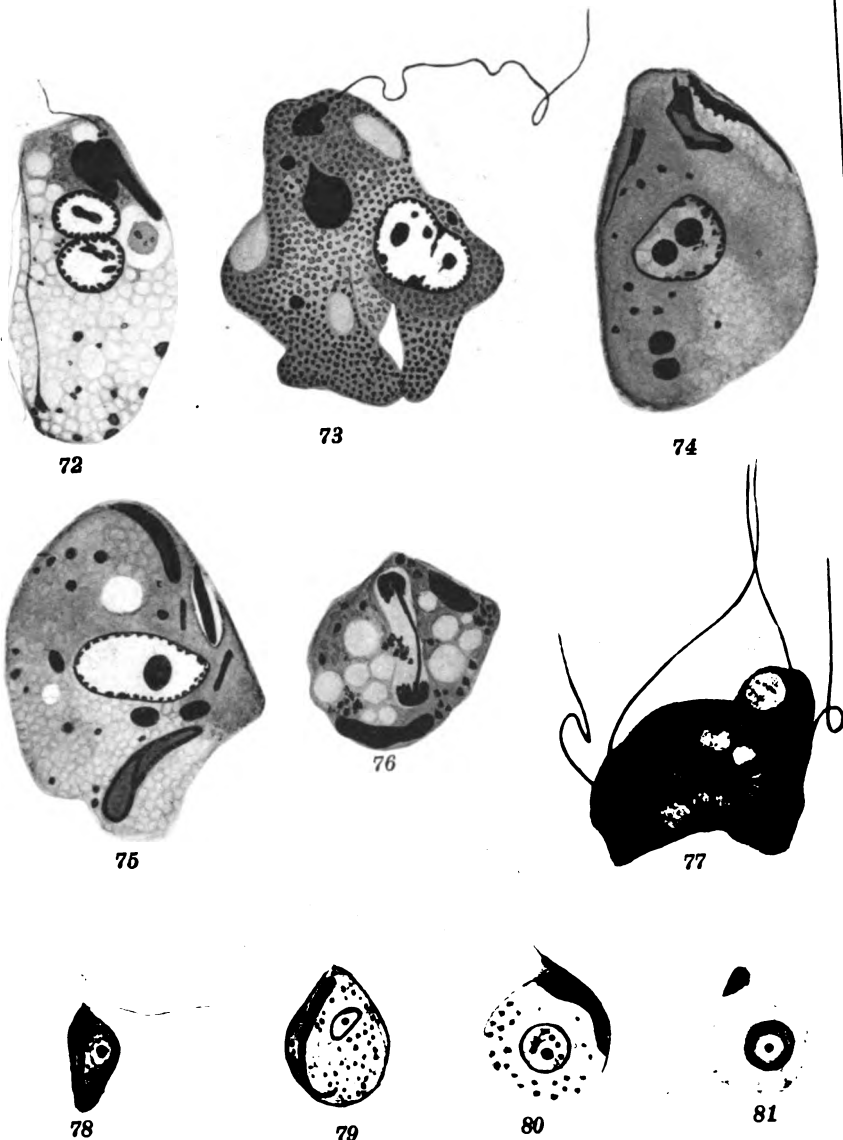
J. B. Obernetter, München, reprod.

von Gustav Fischer in Jena.



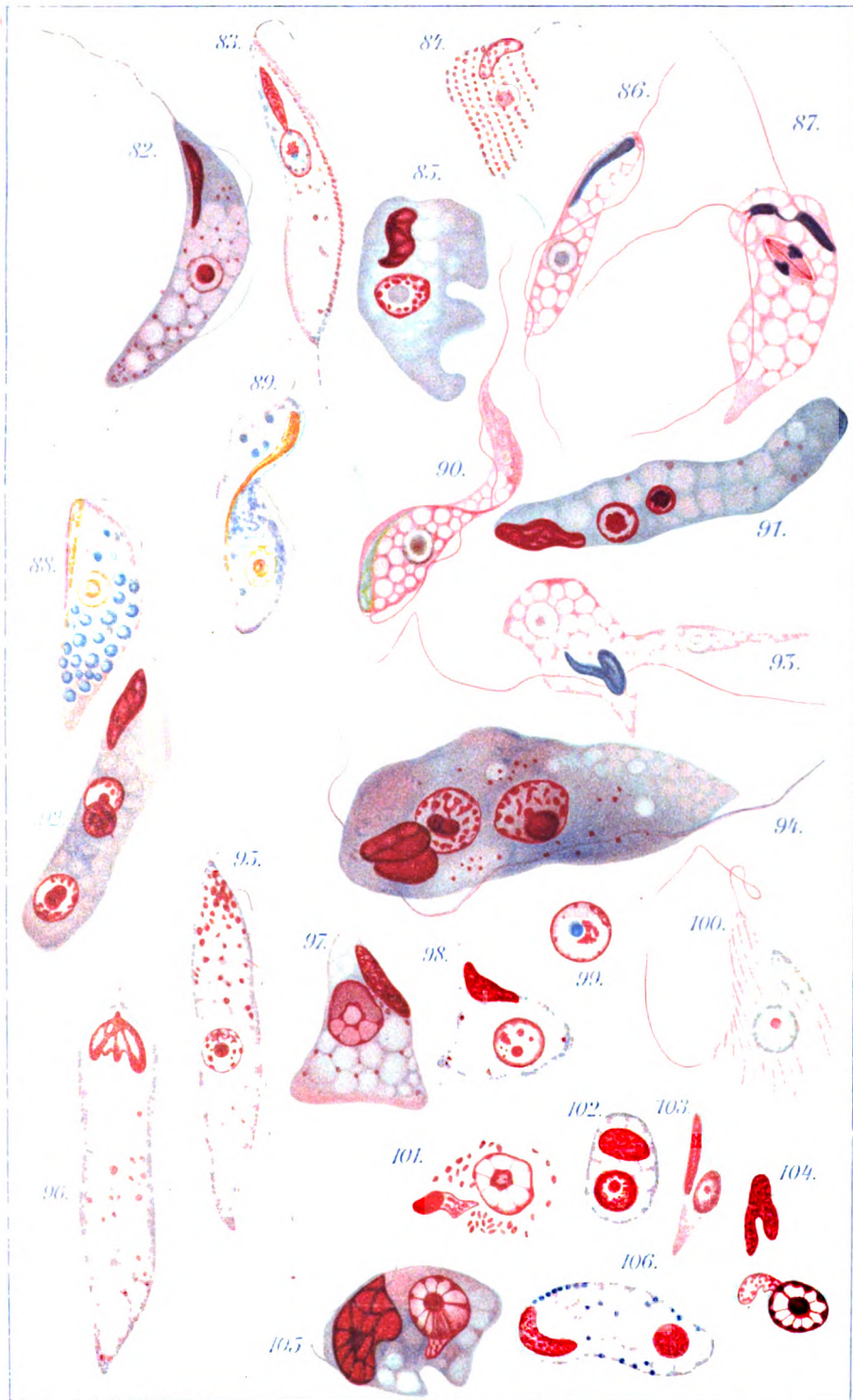
Karl Bělaf gez.

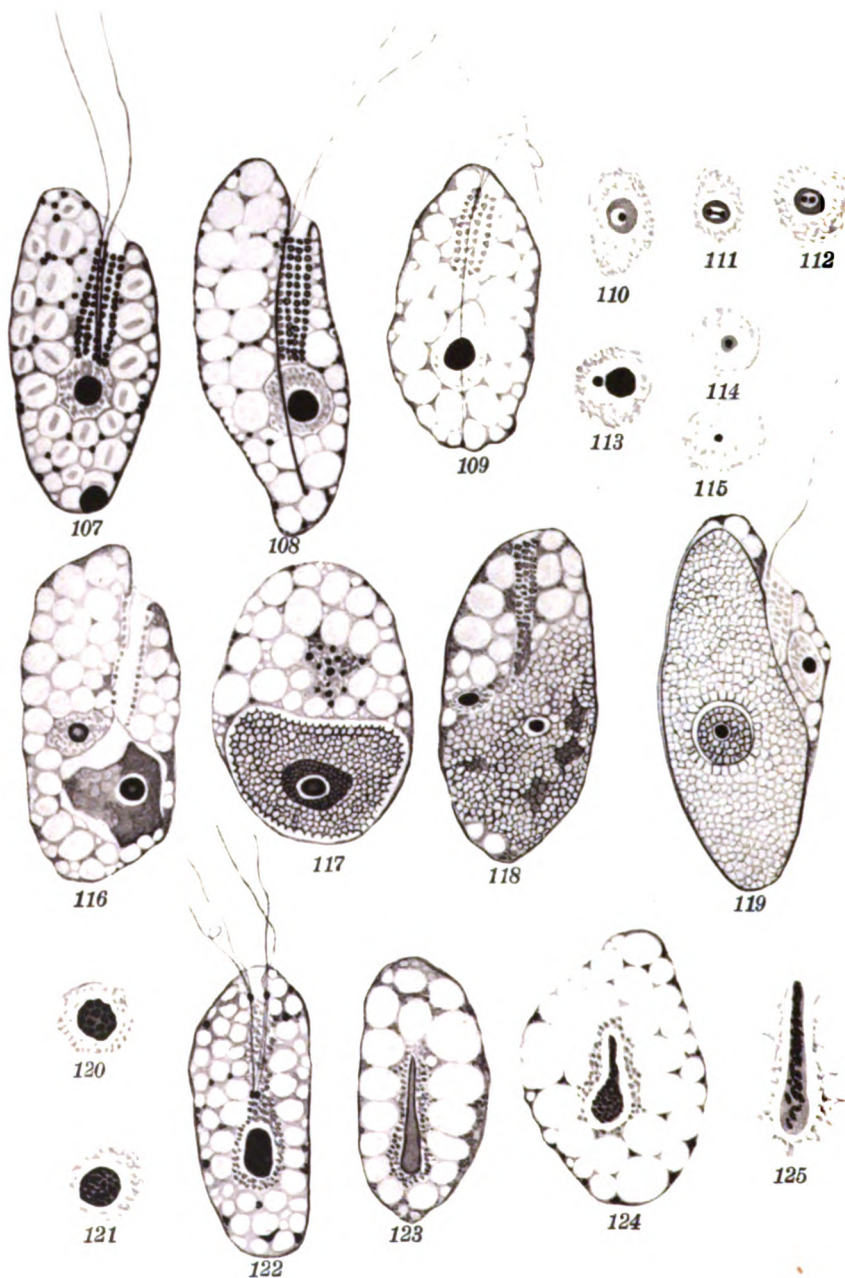
Verlag von Gustav Fischer



J. B. Obernetter, München, reprod.

ustav Fischer in Jena.





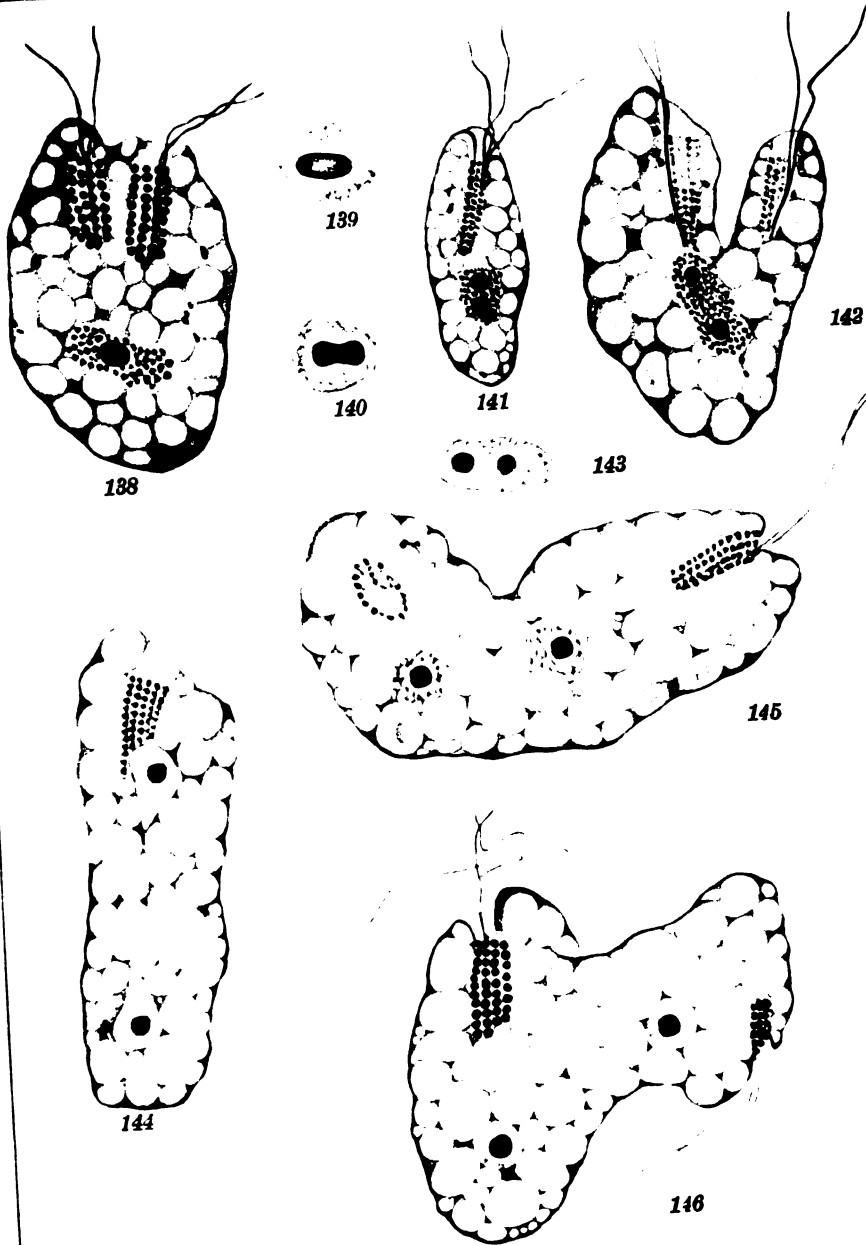
Karl Běláň, gez.

Verlag von Gustav



J. B. Obernetter, München, reprod.

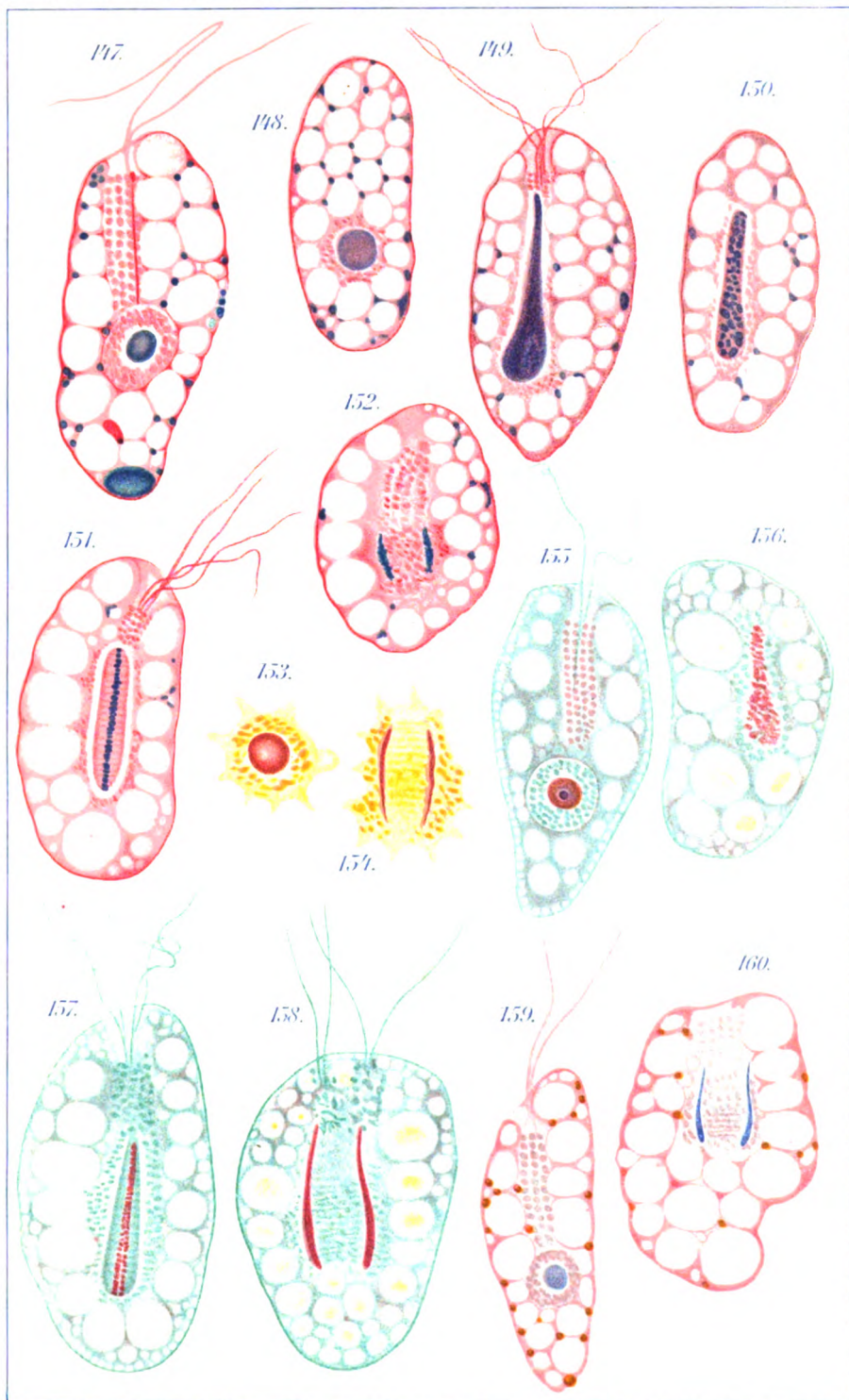
Gustav Fischer in Jena.

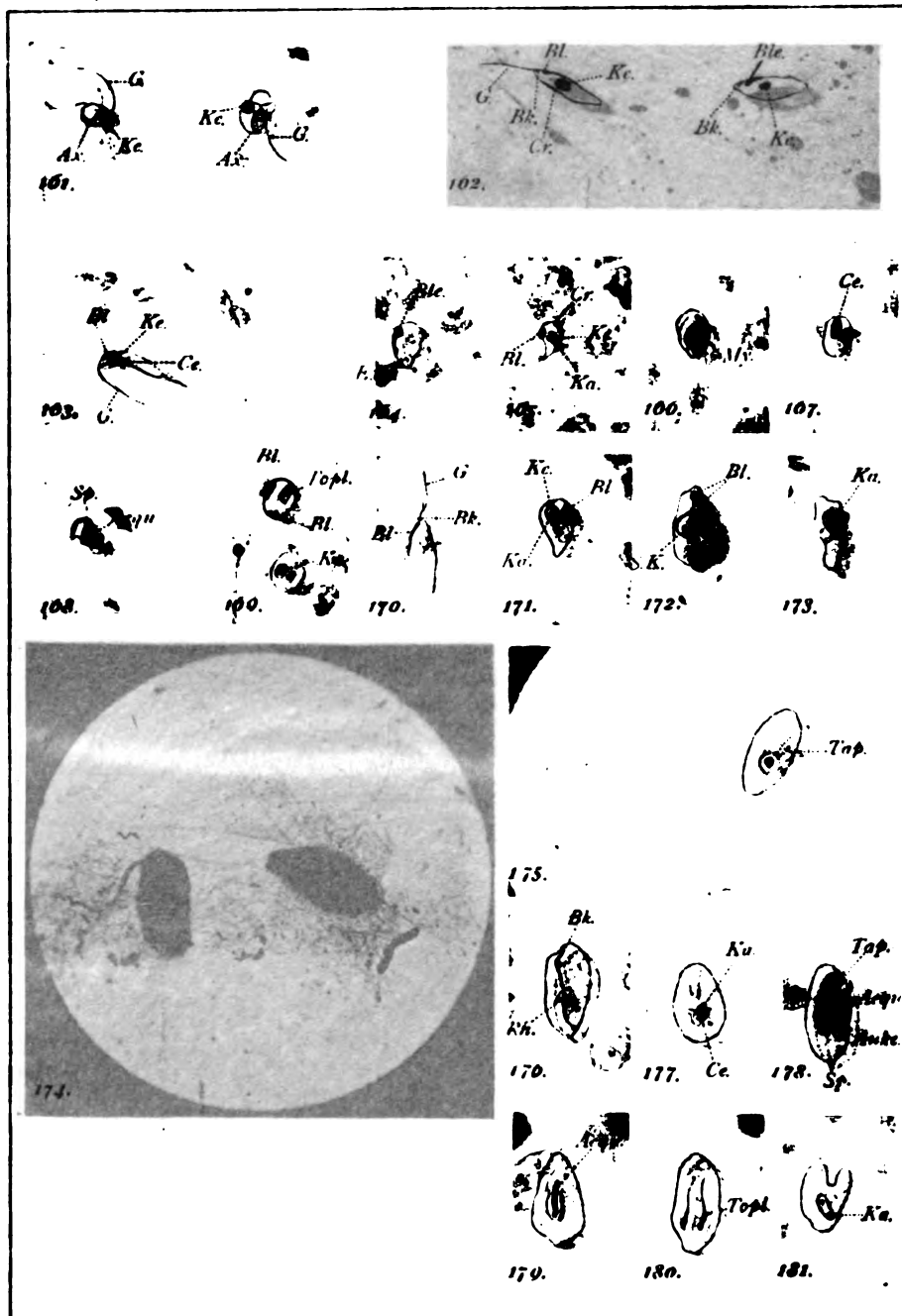


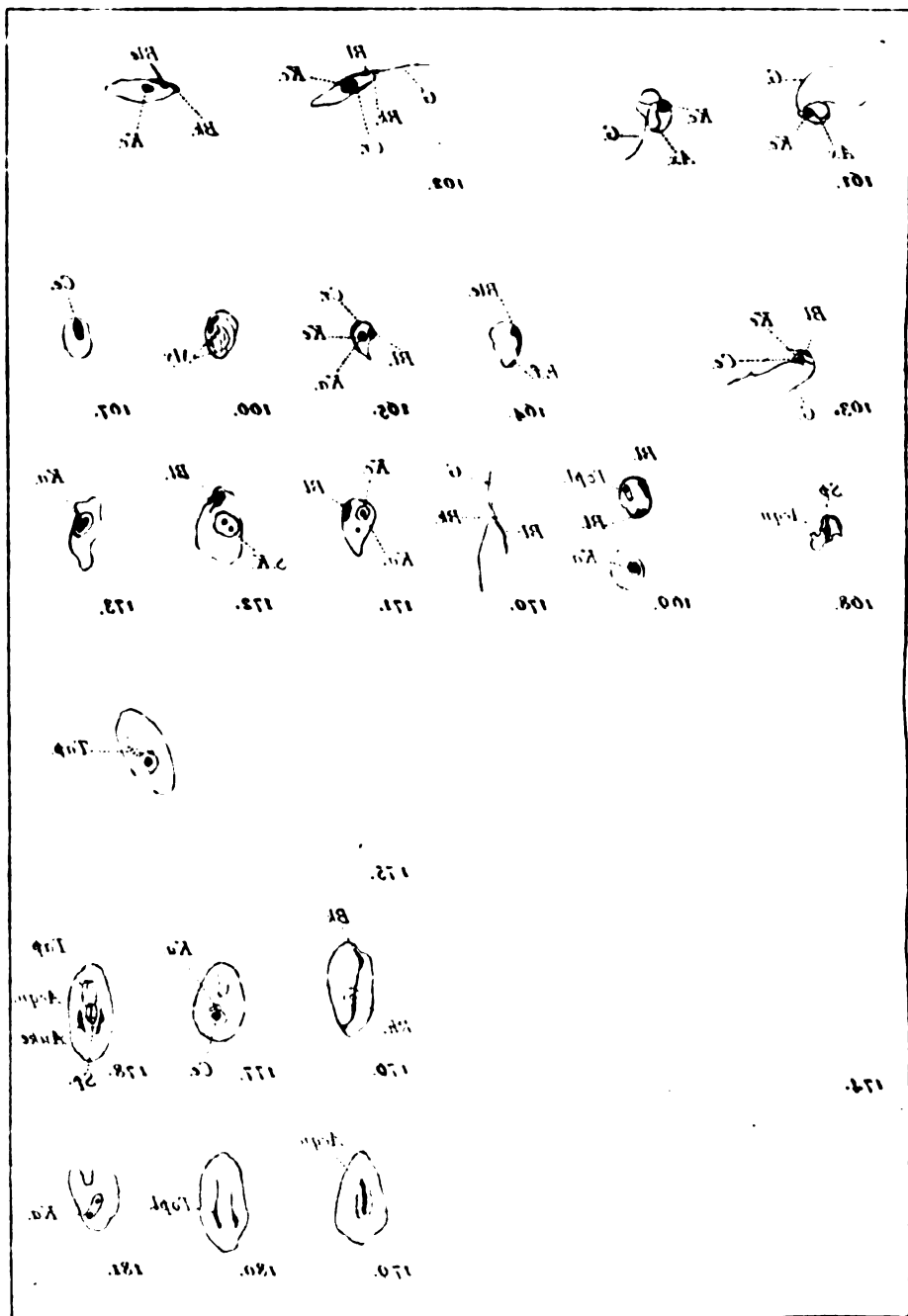
Karl Heilf. gez.

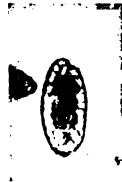
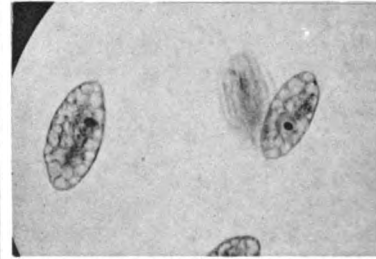
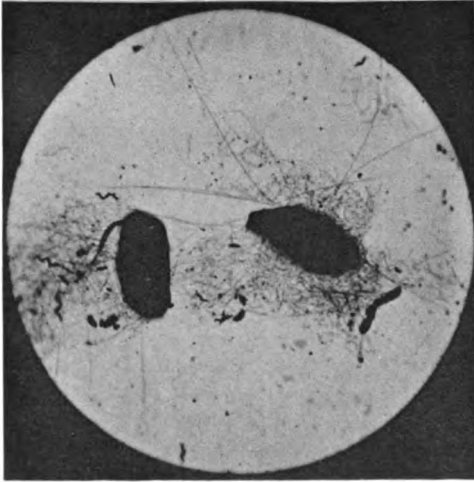
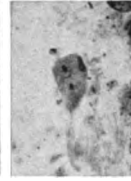
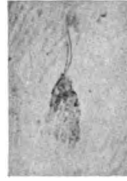
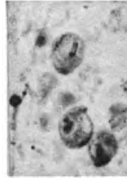
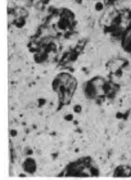
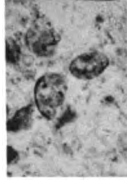
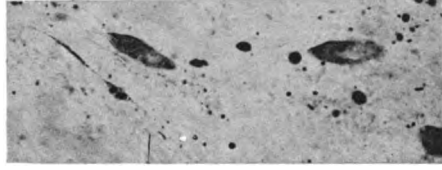
J. B. Obernetter, München, reprod.

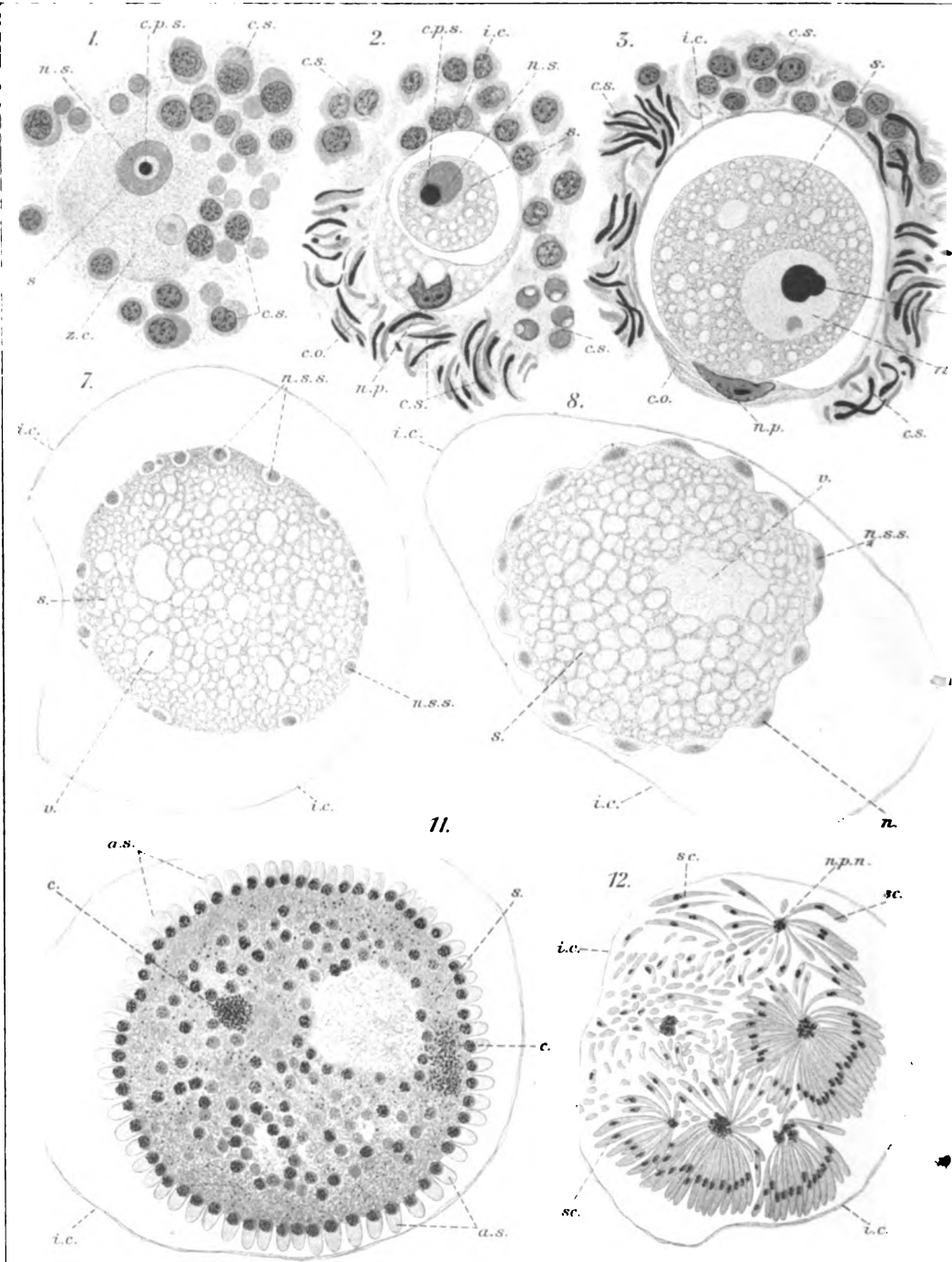
Verlag von Gustav Fischer in Jena.





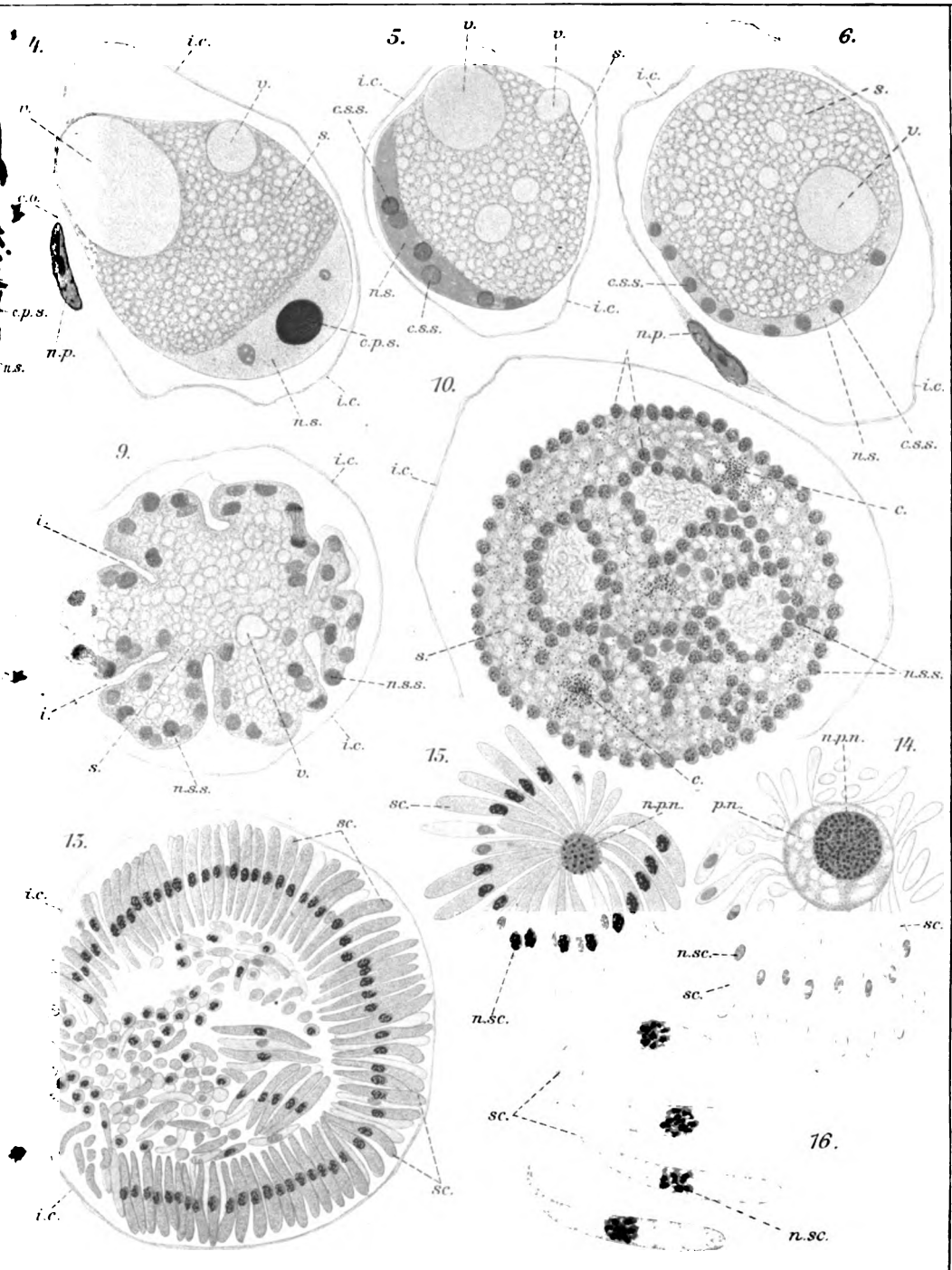






G Trinci disegno

Verlag von Gustav





32101 074861673



